



**SAVONIA**

# **Poltto- ja sähkömoottoriajoneuvon kustannusvertailu**

**Kimmo Kettunen**

Opinnäytetyö

---



Koulutusala Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala	
Koulutusohjelma Liiketalouden koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Kimmo Kettunen	
Työn nimi Poltto- ja sähkömoottoriajoneuvon kustannusvertailu	
Päiväys 21.12.2012	Sivumäärä/Liitteet 65 + 6
Ohjaaja(t) Liisa Martikainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää sähköajoneuvon taloudelliset kustannukset. Aiheen tarkastelu oli pääasiallisesti rajattu käsittämään ajoneuvon hankinnasta ja sen käytöstä aiheutuviin kustannuksiin, joita verrataan polttomoottoriajoneuvoon. Sen lisäksi työssä esitettiin näkemyksiä, mitkä eri tekijät kannustavat sähköajoneuvon käyttöönottoa ja mitä asioita ottaa huomioon hankinnassa. Tutkittavan kohteen käsittely oli suunnattu yrittäjien näkökulmasta käsitteleväksi tutkimukseksi. Aiheen ajankohtaisuus ja kiinnostus olivat perusteet tutkimuksen suorittamiselle.</p> <p>Opinnäytetyön viitekehys keskittyi sähköajoneuvoista ja kustannuslaskennasta kirjoitettuihin teoksiin sekä sähköisiin lähteisiin. Työssä käytettiin laadullista tutkimusotetta, johon kuului lisäksi kyselyhaastattelut. Tietojen avulla muodostettiin esimerkkivertailu Mercedes-Benz Vito poltto- ja sähkökonversiopakettiajoneuvon kustannuksista.</p> <p>Tutkimustuloksena voitiin todeta, että sähköautot ovat käytössä taloudellisempia yksinkertaisemman tekniikkansa ansiosta. Haittapuolena oli muun muassa tekniikan korkea valmistushinta, joka pitää sähköauton hankinnan vielä moninkertaisesti kalliimpana vaihtoehtona. Tulosten perusteella olisi kuitenkin suositeltavaa yrittäjille perehtyä sähköajoneuvon tekniikkaan, toimintaan ja siitä saataviin hyötyihin. Aiheen tutkimista voisi käsitellä laajemmin, esimerkiksi palvelu- tai tuotenäkökulmasta. Opinnäytetyön rajauksesta ja aiheen haasteellisuudesta huolimatta saavutettiin suunnitellut tavoitteet ja päämäärät.</p>	
Avainsanat Kustannuslaskenta, sähkötoiminen ajoneuvo, taloudellisuus	

Field of Study Social Sciences, Business and Administration			
Degree Programme Degree Programme in Business and Administration			
Author(s) Kimmo Kettunen			
Title of Thesis Cost comparison of a combustion engine vehicle and an electric vehicle			
Date	21.12.2012	Pages/Appendices	65 + 6
Supervisor(s) Liisa Martikainen			
Client Organisation/Partners			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this thesis project was to research an electric vehicle's financial costs in the viewpoint of an entrepreneur. The examination of the subject was limited to comprise only the costs that are incurred through the vehicle's acquisition and during its operation period, the total of which is then compared to a similar combustion engine vehicle. Moreover, this thesis also reviews some of the factors that advance the initial acquisition of electric vehicles. The reasons for carrying out this research were personal interest and the topicality of the subject.</p> <p>The frame of reference in this work is based on professional literature and electronic sources studying electric vehicles and cost accounting. The qualitative research approach was used in this thesis and the basis of the research context was formed with the source material and interviews. As an example, the discovered causes of cost variations were then used to form comparative calculations to concern the selected Mercedes-Benz Vito delivery vans.</p> <p>The results of the study indicated that electric vehicles are more economical in operating costs than combustion engine vehicles. On the downside, the high cost of manufacturing makes a combustion engine financially more attractive. As a final conclusion, it is highly recommended that entrepreneurs should at least familiarize themselves with the technology, operation and benefits which can be achieved by using an electric car. This subject can be extended to contain a wider range of financial costs, such as a service or a product point of view.</p>			
<p><b>Keywords</b></p> <p>Cost accounting, electric vehicle, economy</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Tutkimuksen tausta .....	7
1.2	Tutkimusmenetelmät, tavoitteet ja rajausta .....	8
1.3	Tutkimuksen rakenne.....	10
2	SÄHKÖAJONEUVO.....	11
2.1	Sähköajoneuvon määritelmä.....	11
2.2	Historia.....	11
2.2.1	Ensimmäinen sähköauto .....	11
2.2.2	Yleistyminen .....	12
2.2.3	Taitekohta.....	13
2.2.4	Uusi tuleminen.....	14
3	SÄHKÖAUTOJEN NYKYTILANNE SUOMESSA .....	15
3.1	Öljyriippuvuus ja ympäristö-ongelmat.....	15
3.2	Poliittinen asetelma.....	17
3.3	Tekniikka .....	19
3.3.1	Energiatehokkuus.....	19
3.3.2	Ajomatka.....	19
3.3.3	Akun kestävyys .....	21
3.3.4	Lataaminen.....	21
3.3.5	Päästöt ja melu.....	23
4	KUSTANNUSLASKENTA.....	25
4.1	Kustannuslaskenta liiketoiminnassa .....	25
4.2	Moottoriajoneuvon kustannuslaskenta .....	26
4.3	Kiinteät kustannukset.....	28
4.3.1	Hankintahinta .....	28
4.3.2	Auton arvon alentuminen.....	29
4.3.3	Liikenne- ja autovakuutus .....	31
4.3.4	Katsastus .....	32
4.3.5	Ylläpitokustannukset.....	33
4.4	Muuttuvat kustannukset.....	34
4.4.1	Energian hinta ja kulutus .....	34
4.4.2	Voiteluaine- ja huoltokustannukset .....	35
4.4.3	Renkaat.....	36
5	VEROTUS.....	37

5.1	Autovero .....	37
5.2	Ajoneuvovero .....	38
5.3	Polttoaine- ja sähkövero .....	39
5.4	Mitä tulee huomioida verotuksessa?.....	39
6	TULOKSET .....	41
6.1	Ajoneuvoesittely: Vito E-Cell .....	41
6.1.1	Saatavuus.....	41
6.1.2	Ominaisuudet.....	42
6.2	Taustatiedot laskentaperusteista .....	45
6.2.1	Hankinta- ja jälleenmyyntiarvo.....	45
6.2.2	Vakuutushinnoittelu .....	46
6.2.3	Huollot .....	47
6.3	Tulosten analysointi .....	48
6.3.1	Kustannukset vuokrasopimuksella .....	48
6.3.2	Kustannukset ostamalla.....	50
6.4	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi .....	51
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	53
	LÄHTEET .....	56

## LIITTEET

Liite 1 Vitoja koskevat kysymykset maahantuoja

Liite 2 Dieselmalliset Vitot – Myyntihinnasto

Liite 3 Vitojen liikennevakuutus

Liite 4 Huoltokustannuslaskelmat

Liite 5 Leasingkustannuslaskelma

Liite 6 Ostokustannuslaskelma

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tällä hetkellä automaailmassa on tapahtumassa muutosta uuteen aikaan. Vuosien ajan, ajoneuvojen taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä on kehitetty teknillisillä ratkaisuilla, jotta polttoaineiden kulutukset laskevat ja vähentävät ympäristösaasteita sekä päästöjä. Ilmastomuutoksen hillitseminen ja öljyn uusiutumattomuus ovat haasteita, joiden ratkaisemiseksi vaaditaan vaihtoehtoisia tapoja liikkua. Paras vaihtoehto on syrjäyttää polttomootoriajoneuvot uusiutuvilla energiamuodoilla toimivilla ajoneuvoilla, mikä käytännössä on tänä päivänä jo mahdollista sähköautoilla. Nykyään melkein kaikilla autonvalmistajilla on vähintään suunnitteilla oma sähköautomalli.

Sähköauto on vanhempi keksintö kuin liikenteessä eniten käyttövoimaa hyödyntävä polttomootoriauto. Kuitenkin sähköauto on vasta nyt ajankohtainen ja tekniikaltaan varteenotettava kilpailija polttomootorin rinnalle. Sähköajoneuvon etuja polttomootoriautoon verrattuna ovat hyvä energiatehokkuus, äänetön käyntiääni, vähempi huoltotarve ja alhaiset ajokustannukset. Sähköautolla voidaan vähentää merkittävästi tieliikenteen öljyriippuvuutta sekä paikallisia päästöjä. Akkujen sekä latausinfrastruktuurin riittämättömyys rajoittavat vielä liikenteen sähköistymistä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää sähköauton kustannuksia yritysmaailman näkökulmasta. Tavoitteena on tuoda esiin keskeisimmät kustannuserot polttomootoriajoneuvoon verrattuna ja arvioida tämän hetkiset sähköauton käyttöönotosta aiheutuvat taloudelliset kustannukset. Aihetta käsitellään työssä sekä yleisellä tasolla, että käytännön esimerkkien, kuten laskelmien avulla. Työssä ei kuitenkaan ole tarkoitus käydä läpi kaikkia taloudellisia vaikutuksia, vaan pyritään kertomaan ajoneuvotekniikan eroista muodostuvat kustannukset.

Sähköautojen ominaisuudet ja kustannukset eivät välttämättä ole niin itsestään selviä ja yritysten päättävien henkilöiden tiedossa, joten asiasta kiinnostuneet saavat ajankohtaista ja hyödyllistä tietoa ajoneuvojen investointitarpeisiin. Tiedoista hyötyvät yritykset, jotka suunnittelevat sähköajoneuvon hankintaa osana kuljetuskalustoa tai vaihtoehtoisesti haluavat ottaa käyttöön sähköisiä kulkuneuvoja työsuhteautoilussa. Työssä annetaan sähköajoneuvon käyttöön ja hankintaan liittyviä toimenpidesuosi-

tuksia, mutta tärkeintä on tarjota tietoa, jota voidaan hyödyntää oman tarpeen mukaan.

Aikaisemmissa opinnäytetöissä on keskitytty tutkimaan sähköajoneuvojen teknologiaa. Sen sijaan, talousalan puolelta löytyy muutamia ajoneuvojen kustannuksia käsitteleviä opinnäytetöitä, kuten Kai Puolaanahon (2007) Järviruo'on autokuljetusten logistiikka ja toimintolaskelma sekä Susanna Korpivaaran (2010) Ajoneuvokohtainen kustannuslaskelma. He tutkivat ajoneuvoyhdistelmien keskinäisiä kustannuksia kuljetusliikenteen logistiikan prosesseihin vaikuttamiseksi. Työni poikkeaa siinä, että kustannuksia käsitellään uudesta näkökulmasta, syventymällä ajoneuvon käyttövoiman eroihin. Tämä työ on myös ensimmäinen, jolla selvitetään sähköajoneuvojen kustannuksia.

Kiinnostukseni aiheeseen muodostui kahdesta syystä: sähköajoneuvo on erikoinen ja aihepiiriltään varsin uusi, ajankohtainen aihe, jota kuitenkin pystyn käsittelemään niin, että aiheessa korostuu ammatillinen suuntautumiseni eli liiketalous. Toinen syy oli se, että itse kuluttajana olen kiinnostunut sähköajoneuvojen kehityksestä ja tulevaisuuden liikkumismahdollisuuksista. Sähköauto käsitteenä ymmärretään usein tekniikan alaa koskevaksi aiheeksi, mutta opintojeni kannalta pidin aiheen valintaa ja sen käsittelyä varsin onnistuneena.

Aiheen valinta muodostui osaltaan erittäin haasteelliseksi, sillä olemassa olevaa ajantasaista lähdekirjallisuutta on varsin vähän. Tärkeänä, yksittäisenä lähteenä olen käyttänyt professori Nils-Olof Nylundin Sähköajoneuvojen tulevaisuus Suomessa -selvitystä vuodelta 2011. Hän toimii Valtion teknillisen laitoksen VTT:n johtavana tutkijana, ja hänen selvityksessään tulee esiin ajantasaista tietoa sähköajoneuvojen teknillisistä ja taloudellisista vaikutuksista, koko yhteiskunnan tasolla mitattuna. Muita lähteitä ovat Suomen lainsäädäntö moottoriajoneuvojen verotuksesta, taloushallinnon alaan liittyvä kirjallinen materiaali sekä liikennettä käsittelevät tilastot, tutkimukset ja materiaalit.

## 1.2 Tutkimusmenetelmät, tavoitteet ja rajaus

Teoriaosiossa tarkastellaan sähköajoneuvon ja kustannuslaskennan peruseriaatteita, jotka toimivat työn viitekehyksenä. Pää tavoitteeseen, eli sähköajoneuvojen kustannusten selvittämiseen saadaan vastauksia nämä kaksi näkökulmaa yhdistämällä, joiden pohjalta saadaan samalla toimenpide-ehdotuksia siihen, että mitä seikkoja



sähköautojen hankinnassa tulisi ottaa huomioon. Siksi opinnäytetyössä myös selitetään sähköajoneuvojen tekniikkaa, jotta autetaan lukijaa ymmärtämään, miten sähköajoneuvo toimii ja millaiseen käyttöön se soveltuu. Sähköajoneuvojen tuotanto on tällä hetkellä keskittynyt henkilö- ja pakettiajoneuvoihin, joten kustannuksia käsitellään niin, että työ mahdollistaa tietojen soveltamisen molemmille ajoneuvotyypeille. Tämä ei ole erittäin työlästä toteuttaa, sillä nämä ajoneuvotyypit eivät kustannusluokissaan poikkea niin paljon, kuin jos puhuttaisiin henkilöajoneuvon ja ajoneuvoyhdistelmän kustannuksista.

Empirian osuus tutkimusprosessissa on teoreettisia lähtökohtia tukeva, eli tarkoitus on, että lukija saa hyvän kokonaiskuvan sähköajoneuvojen kustannusten muodostumisesta. Esimerkki-ajoneuvojen avulla kustannuksia tarkastellaan konkreettisesti ja ajoneuvoille muodostettavilla laskentamalleilla helpotetaan ja selkeytetään teoriassa esiin tuotujen kustannusten eroja. Lisäksi empiriaosion lähdeaineistona toimivat tiedon kerääminen sähköpostikyselyillä, jotka toteutettiin maaliskuu 2012 – elokuu 2012 välisenä aikana. Tulokset muodostetaan teoreettisen tiedon ja saadun taustaineiston pohjalta, sillä havainnointiin perustuvat tulokset edellyttäisivät ajoneuvojen monivuotista seuranta.

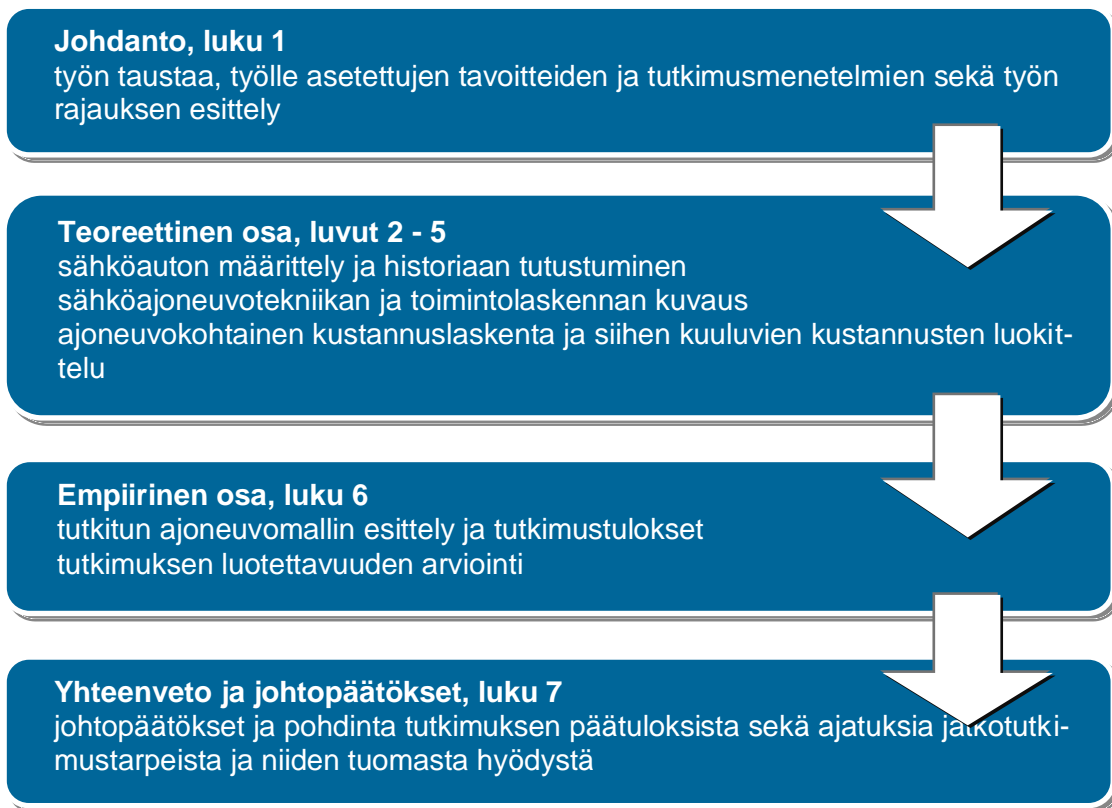
Tavoitteiden ja rajausten seurauksena empiriaosiossa tarkastellaan vain yhtä ajoneuvomallia. Tarkastelun kohteeksi valitaan kaksi Mercedes-Benz Vito pakettiajoneuvoa samasta mallista, joista toinen on valmistettu dieselmotorilla ja toinen sähkömotorilla. Kyseisellä rajauksella saadaan kustannusten eroavaisuudet ja laskelmat paremmin vertailukelpoisiksi. Näin ei ainakaan ajoneuvomallien ero pääse vaikuttamaan tuloksiin. Sen lisäksi tutkimuksen hyödyntämisen sekä sen painoarvon merkityksellisyiden lisäämiseksi valitaan tarkastelun kohteeksi Suomesta saatavilla oleva pakettiajoneuvomalli. Tämä on käytännöllisistä syistä perusteltua, koska ajoneuvojen kustannuserot eri maiden välillä vaihtelevat hintatasojen ja verotuksen osalta. Tiedon hankintakin olisi vaikeutunut merkittävästi.

Pakettiauton valinnalla kustannuslaskelmat rajataan käsittämään yrityksen liiketoiminnassa syntyviä kustannuksia. Samoin kustannukset rajataan tarkoituksella muuttaman vuoden tarkasteluajalle siksi, että yrityksillä ajoneuvokalusto vaihtuu aikaisemmin, kuin mikä niiden todellinen romutusikä on. Koko elinkaaren aikana tapahtuvia kustannuksia olisi muutoinkin vaikeampaa määritellä yhtä tarkasti. Kustannuksia tarkastellaan neljältä ensimmäiseltä käyttövuodelta, ja ne on muodostettu vuosien 2011–2012 kustannustasojen perusteella. Tutkimuksen keskeiset numerotulokset

tiivistetään kuvioissa, joiden tietoihin viitataan pääpiirteittäin. Tarkemmin tutkimuksen ulkopuolelle jäävistä kustannuksista selitetään kappaleissa 4.2 ja 7.1.

### 1.3 Tutkimuksen rakenne

Opinnäytetyö jakautuu neljään pääosioon. Ensimmäinen osa toimii johdantona tutkimustyöhön. Toinen osa on tutkimuksen teoreettinen osuus, mikä koostuu sähköauton määrittelystä ja historiasta sekä sähköajoneuvon ja kustannuslaskennan perusperiaatteista. Neljäs osa käsittää työn empiirisen osion, johon kuuluu tarkastelun kohteeksi valitut ajoneuvot ja tutkimuksen tulokset. Opinnäytetyön viidennessä osassa esitellään tutkimuksen johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset. Kuviossa 1 on havainnollistettu kaavio opinnäytetyön rakenteesta ja tutkimuksen etenemisestä.



Kuvio 1. Opinnäytetyön rakenteen kuvaus.

## 2 SÄHKÖAJONEUVO

Tämän luvun tarkoitus on tutustua tiiviisti sähköajoneuvon historiaan ja erityisesti siihen, miten sähköajoneuvon kehitys on alun perin alkanut. Tämä luku toimii alkujohtantona siirryttäessä kolmannen luvun käsittelyyn.

### 2.1 Sähköajoneuvon määritelmä

Sähköajoneuvoksi kutsutaan sähkö- ja hybridautoa. Opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin vain sähköautoon.

Sähkö- ja hybridaajoneuvon erona on se, että sähköauto käyttää liikkumiseen sähkömoottoria, kun taas hybridauto varustetaan sekä sähkö- että polttomoottorilla. Hybridauto käyttää liikkumiseen enimmäkseen polttomoottorista saamaa energiaa ja sähkömoottorin käytöllä parannetaan polttomoottorin hyötysuhdetta. (Sähköautot Suomessa 2009, 11–12.)

Sähköauto saa virtansa ulkoisesta lähteestä, kuten akkuun varastoidusta sähköenergiasta. Akut ladataan verkkovirralla tai moottori- ja jarrutusenergialla. Hybridautossa sähkömoottori saa virran pelkästään moottori- ja jarrutusenergiasta. (Sähköautot Suomessa 2009, 11–12.)

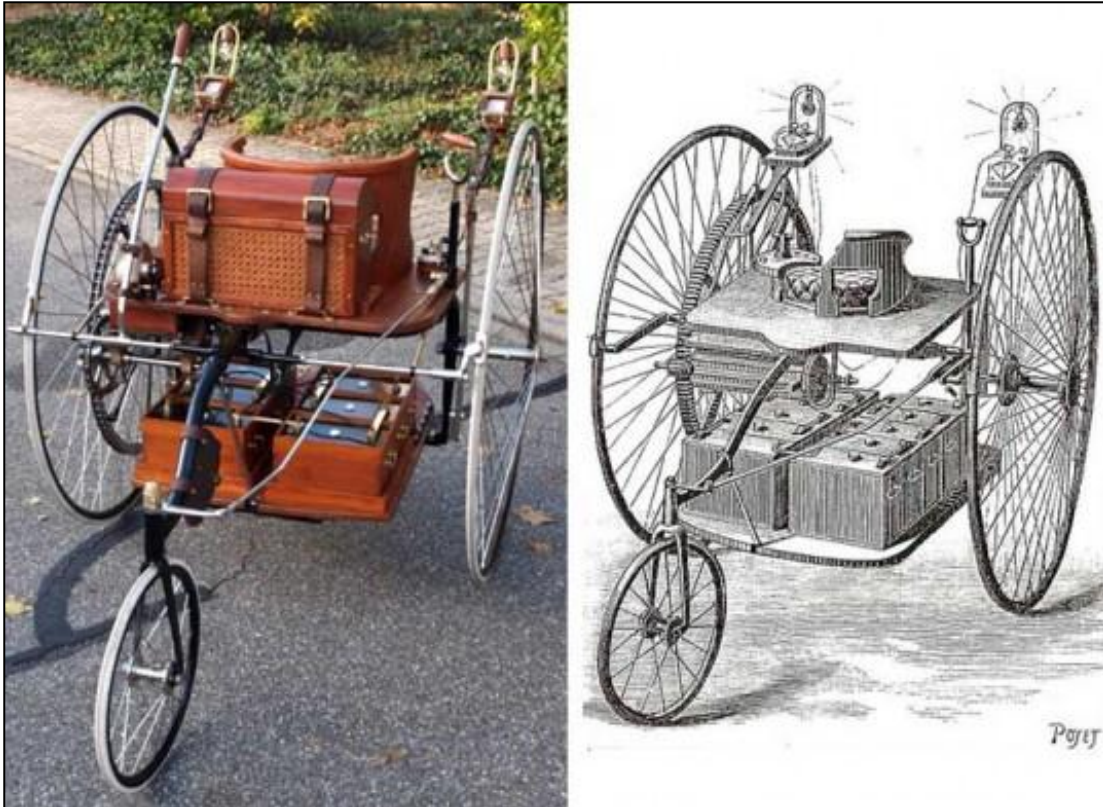
### 2.2 Historia

#### 2.2.1 Ensimmäinen sähköauto

Sähköauto ei ole nykyajan keksintö, kuten yleensä luullaan vaan sen kehitys alkoi jo lähes 200 vuotta sitten. Sähköauto ei ole myöskään yhden ihmisen keksintö vaan sen kehitykseen vaikutti usean henkilön aikaansaannokset. Eri kehitysvaiheiden takia usealle keksijälle on annettu tunnustusta ensimmäisen sähköajoneuvon kehittämisestä.

Ensimmäinen kehityssaskel alkoi vuonna 1828, jolloin unkarilainen Ányos Jedlik rakensi pienoismallin ajoneuvosta, johon hän suunnitteli ensimmäisen sähkömoottorin. Varsinaisen sähköajoneuvon keksijänä pidetään skotlantilaista Robert Andersonia,

joka vuosien 1832–39 välisenä aikana rakensi sähköllä toimivan hevosvaunun. Akkuteknologia kehittyi vasta 1859, kun ranskalainen kemisti Gaston Plante onnistui luomaan ladattavan akun. Englantilaiset William Ayrton ja John Perry kehittivät ensimmäisen kolmipyöräiseksi varustetun sähköauton vuonna 1880 (kuva 1). Siitä eteenpäin sähköautojen kehitys laajeni Yhdysvaltoihin, jossa lopulta ratkaistiin sähköautojen kohtalo. (Bellis, M. 2011.)



Kuva 1. Ensimmäinen kolmipyöräinen sähköauto. (Autoblog Green 2011.)

### 2.2.2 Yleistyminen

1900 alkuun mennessä Yhdysvallat oli vaurastunut nopeasti ja ihmisten elintaso kasvoi Eurooppaa nopeammin. Autojen määrä kasvoi, ja markkinoilla oli kolme varteenotettavaa tekniikkaa. Höyry-, sähkö- ja polttomoottoriauto kilpailivat keskenään paremmuudesta. Tuolloin yleisin ajoneuvon käyttövoimanlähde oli sähkömoottori. (Bellis, M. 2012.)

Jokaisella ajoneuvolla oli sekä hyvät että huonot puolensa, mutta sähköauto pärjäsikin kilpailussa käytännöllisyyden vuoksi. Höyryauton ongelmana oli pitkä käynnistymisaika, johon saattoi kylmänä aamuna kulua jopa 45 minuuttia. Varhaiset polttomoottori-

autot täytyivät puolestaan käynnistää kammella, jonka naiset kokivat erityisen hankalaksi, koska siihen vaadittiin paljon voimaa. Lisäksi polttomootoriautoa ei pidetty luotettavana johtuen useista toimintahäiriöistä. Vaihteiden vaihtamista pidettiin vaikeana, mitä ei höyry- eikä sähköautossa ollut lainkaan. Vähäinen melu ja tärinä sekä päästöttömyys suosivat sähköajoneuvoja.

(Bellis, M. 2012.)

### 2.2.3 Taitekohta

1910- luvulla sähkö- ja polttomootoriauto olivat yleisimmät käyttövoimalla kulkevat ajoneuvot Yhdysvalloissa, jotka molemmat kilpailivat automarkkinoiden ensimmäisestä sijasta. Polttomootoriautot pysyttelivät vielä takana, sillä olihan sähköauto syntynyt yli 50 vuotta, ennen kuin polttomoottori keksittiin 1880- luvulla. Lopulta polttomoottorin yleistymiseen johti useiden tekijöiden yhteisvaikutus.

Polttomootoriajoneuvot tulivat edullisiksi, kun Henry Ford aloitti ensimmäisenä kulluisan Ford T- mallin massatuotannon vuonna 1907. Sähköautot olivat kalliimpia, koska ne rakennettiin käsityönä eikä akkuja osattu valmistaa sarjatuotantona. Kallis, ulkomainen öljy hillitsi polttomootoriautojen lisääntymistä, mutta Teksasin, Kalifornian ja Oklahoman öljylähteiden löytyminen pudotti öljyn raaka-ainehinnan kuluttajalle edulliseksi. Vuonna 1912 keksittiin starttimoottori, jolloin polttomootoriautoa ei enää tarvinnut käynnistää kammella. (Bellis, M. 2012.)

Nimenomaan akkujen kehitys ei edistynyt, joten sähköautot eivät vastanneet ihmisten tarpeisiin. Lataaminen kesti kauan ja nopeamman lataustekniikan käyttäminen vähensi kalliiden akkujen kestoa. Hitauden ja lyhyen ajomatkan lisäksi sähköautojen myyntiä rajoitti latauspaikkojen puute. Sähköautot ladattiin kotona, eikä mitään yleisiä latauspaikkoja ollut. Sähköverkkokin oli tuolloin vielä keskittynyt suurien kaupunkien alueille, joten sähköauto ei soveltunut kaupunkialueen ulkopuolelle. (Sulzberger, C. 2004; Bellis, M. 2012.)

Ensimmäinen maailmansota synnytti valtavan polttomoottorien tarpeen sotateollisuudelle, koska sähkömoottori ei tuottanut tarpeeksi tehoa painavien sotilasajoneuvojen liikkumiseksi (Sähköautot – NYT! 2012). 1920- luvulla raskaimpien polttomootoriajoneuvojen kysyntä siirtyi kuluttajasektorille, sillä tieinfrastruktuuria laajennettiin kaupunkien välille nopeuttamaan tavarankuljetuksia. Sähköautot pysyivät vielä suosiossa kaupungeissa, koska ruuhkaisilla kaduilla auton nopeudesta ei ollut hyötyä. Lopulta

sähköautot katosivat liikenteestä vuoteen 1935 mennessä. (Sulzberger, C. 2004; Bellis, M. 2012.)

#### 2.2.4 Uusi tuleminen

Ilmaston lämpeneminen ja ympäristöhaitat ovat nostaneet sähköauton takaisin tärkeäksi osaksi liikenteen kehitystä. 1970- luvulla kohdanneen öljykriisin aikana alettiin pohtia uusiutuvien energialähteiden hyödyntämistä ajoneuvoissa. Ratkaisuja haluttiin niin ajoneuvojen ympäristöpäästöjen kuin valtioiden öljyriippuvuuden vähentämiseksi. Tuolloin useat autonvalmistajat kehittivät sähköautojen prototyyppejä. Kuitenkin öljynhinnan laskettua takaisin alhaalle tasolle, valmistus lakkautettiin. (Bellis, M 2012.)

1980-luvulla autonvalmistajat Fiat ja Volkswagen tuottivat muutaman kappaleen sähköautoja, mutta suuret kustannukset ja kuluttajien vähäinen mielenkiinto ei edistänyt niiden yleistymistä (Boxwell, M. 2011). Sähköautojen kehitystyö alkoi kunnolla vasta 1990- luvulla, kun laajempi tietoisuus ilmastonmuutoksen vaikutuksista maapallolle tuli ajankohtaiseksi. Ajoneuvojen päästöjä ja kehitystä ruvettiin säätelemään Euroopassa. Tänä päivänä eri autonvalmistajilla, kuten Renaultilla, Toyotalla ja Nissanilla on tarjota kuluttajille ympäristöystävällisempiä sähkö- tai hybridiajoneuvoja.

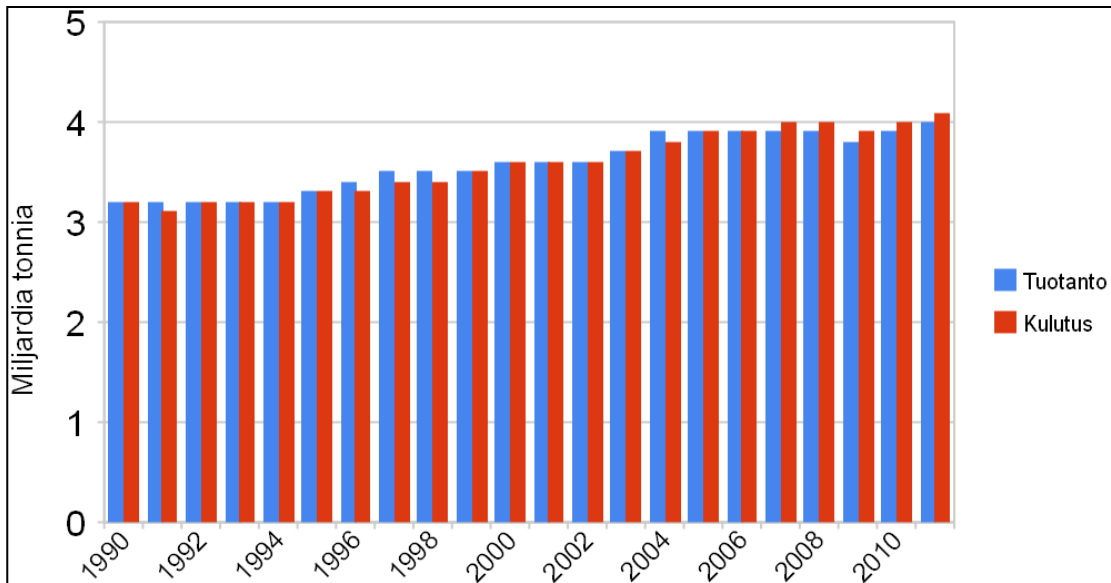
### 3 SÄHKÖAUTOJEN NYKYTILANNE SUOMESSA

Seuraavassa luvussa kuvaillaan kokonaisvaltaisesti sähköauton tekniset ominaisuudet. Näillä tiedoilla on tärkeä rooli tutkimuksen ymmärtämisessä; mitkä perusteet vaikuttavat sähköajoneuvon hankinnan ja kehittämisen päätöksenteon taustalla. Kappaleissa kuvaillaan niitä seikkoja, joiden vuoksi sähköauto on ajankohtainen, mutta samalla tuodaan esiin myös käyttöä rajoittavia tekijöitä. Tarkkoja teknillisiä yksityiskoh-  
tia ei ole tarpeen käsitellä laajalti, sillä tutkimusongelman kannalta ne eivät tuo mitään lisäarvoa.

#### 3.1 Öljyriippuvuus ja ympäristö-ongelmat

Fossiiliset polttoaineet, kuten bensiini, dieselöljy, kevyt ja raskas polttoöljy sekä lentopetroli ovat yksinomaan liikenteen edellyttämä käyttövoimanlähde, joiden palamisesta aiheutuu merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Kotimaan kasvihuonekaasupäästöistä viidennes oli liikenteen aiheuttamia vuonna 2010. Tieliikenteen kokonaispäästöistä runsaat 60 prosenttia aiheutui henkilöautoista ja paketti- sekä kuorma-autoliikenteestä 34 prosenttia. Muita liikenteen aiheuttamia päästöjä on onnistuttu vähentämään merkittävästi, mutta huolimatta vähäpäästöisempien autojen yleistymisestä ovat hiilidioksidipäästöt kasvaneet vuosien 1970–2010 aikana. Päästöjen lisääntyminen selittyy kasvavasta autokannasta sekä aikaisempia vuosia enemmän tehtävistä liikennesuoritteista. (Liikennetilastollinen vuosikirja 2011, 46, 102, 119.)

Kasvavan öljyriippuvuuden huolenaiheina ovat paitsi ympäristövaikutukset, myös sen rajalliset ja uusiutumattomat lähteet. Puhutaan öljyhuipusta eli peak oil, jolloin öljyn tuotanto saavuttaa maksiminsa. Sen jälkeen tuotanto vähenee ja lopulta pysähtyy, koska öljyvarat hupenevat. Laskeva tuotanto ja jatkuvasti kasvava kysyntä nostavat öljyn hintaa. Arvion mukaan kaikki todennetut käytettävissä olevat öljyvarat riittävät nykyisellä kulutuksella noin 46 vuodeksi. (Öljyalan keskusliitto 2012.) Kuvio 2 esittää maailman öljyn tuotannon ja kulutuksen tasapainoa viimeisen 20 vuoden ajalta.



Kuvio 2. Öljyn tuotanto ja kulutus. (Öljyalan keskusliitto 2012.)

Yrityksille öljyriippuvuus korostuu öljyn kallistumisen ja kasvavan kilpailutilanteen tuoman kustannusten nousun vuoksi. Sen vuoksi energian ja resurssien käyttö sekä saastuttaminen ja liikenteen suunnittelu liittyvät yritysten keskeisimpiin liikenteen ympäristövastuutekoihin. Samalla kiristynyt ympäristövastuu asiakkaiden ja lainsäädännön kautta kehottaa jatkuvaan parantamiseen ja löytämään uusia kannattavampia toimintatapoja sekä ekologisesti kestävämpiä palveluita. (Sarkkinen 2006, 136–138.)

*”Ilmastonmuutoksen hillintään osallistumista arvostetaan, ja se vaikuttaa yritysten imagoon sekä tietysti myös toimintaan. Asiakkaiden ympäristöarvojen korostuminen vaikuttaa paitsi kuljettamisen kustannuksiin myös tuotteiden myyntiin. Yritystoiminnassa kustannukset ja tuotot ovat viime kädessä ratkaisevia toimintastrategioihin vaikuttavia tekijöitä kuljetusjärjestelmien suunnittelussa.”* (Sala, Viren & Puntanen 2008, 13–14.)

Sekä laitevalmistajat että laitteiden käyttäjät kiinnittävät yhä enemmän huomiota laitteiden polttoainetalouteen sekä päästö- ja meluhaittojen pienentämiseen. Perinteisten polttomoottoriajoneuvojen rinnalle ovat tulleet sähköajoneuvot, ja sähköinen liikuminen voi olla jo lähitulevaisuudessa kilpailukykyinen vaihtoehto. Polttomoottorin ympäristö- ja energiahaitat sekä energian hinnan nousu ovat lisänneet ekologisempien sähköajoneuvojen tutkimusta ja kehitystä huomattavasti viime vuosikymmenten aikana. (Hietalahti 2011, 3, 21.)

Ensimmäiset sähköautot tulivat käyttöön Suomessa 1980-luvulla, jolloin Itella (entinen Posti) aloitti sähköautojen soveltuvuustestaamisen. 1990-luvulla yhtiöllä oli käytössä yhteensä 72 Elcat-sähköautoa ja tavoitteena oli nostaa sähköautojen osuus 10



prosenttiin yhtiön autokannasta. Elcatin pohjana olleen Subaru -pakettiautomallin valmistaminen oikeanpuoleisella ohjauksella lopetettiin Euroopan markkinoille, joten Itella lopetti Elcatin hankinnan. Itella ei kuitenkaan ole kokonaan luopunut sähköautoista ja yhtiöllä onkin erilaisia kokeiluhankkeita eri puolella Suomea. Itellan liikenne päästöihin kuuluu 30 prosentin leikkaustavoite vuoteen 2020 mennessä. Yhtiö omistaa 5 000 ajoneuvoa, joilla ajetaan noin 100 miljoonaa kilometriä vuodessa. (Auto-opas 2011; Nikula 2010, 17; Peltonen 2002; Vakka-Suomen Aluesanomat 2011.)

A to B Finland Oy kuuluu Suomen ensimmäisiin ekologisiin lähettifirmoihin. Vuonna 2010 perustettu yhtiö hoitaa 90 prosenttia lähetyksistä ympäristöystävällisillä ajoneuvoilla. Kalustoon kuuluu kymmenen sähkö- ja kaasuautoa. Toimitusjohtaja Tero Kakko toteaa, että ekologisuuteen panostaminen on tuonut yhtiölle enemmän asiakkaita, ja että kilpailussa erottuminen on ensisijaisen tärkeää. Siksi investoinnit huomattavasti polttomootoria kalliimpiin ekoautoihin on nähty panostuksena markkinointiin ja erottumiseen. (Moilanen 2012, 15 B.)

### 3.2 Poliittinen asetelma

Poliittiset päätökset liikenteen hiilidioksidipäästöjen sekä öljyriippuvuuden vähentämiseksi ajavat sähköautojen yleistymistä. EU aikoo vähentää kaikkien toimialasektoreiden, kuten liikenteen kasvihuonepäästöjä yhteensä 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä ja uusiutuvan energian osuutta lisätä 20 prosenttia. Päätökset sisältyvät joulukuussa 2008 hyväksyttyyn ilmasto- ja energiapakettiin, jolla jatketaan Kioton pöytäkirjaan asetettuja tavoitteita ilmakehän kasvihuonekaasupitoisuuksien vakauttamista haittaamattomalle tasolle. (Valtion Ympäristöhallinto 2011.)

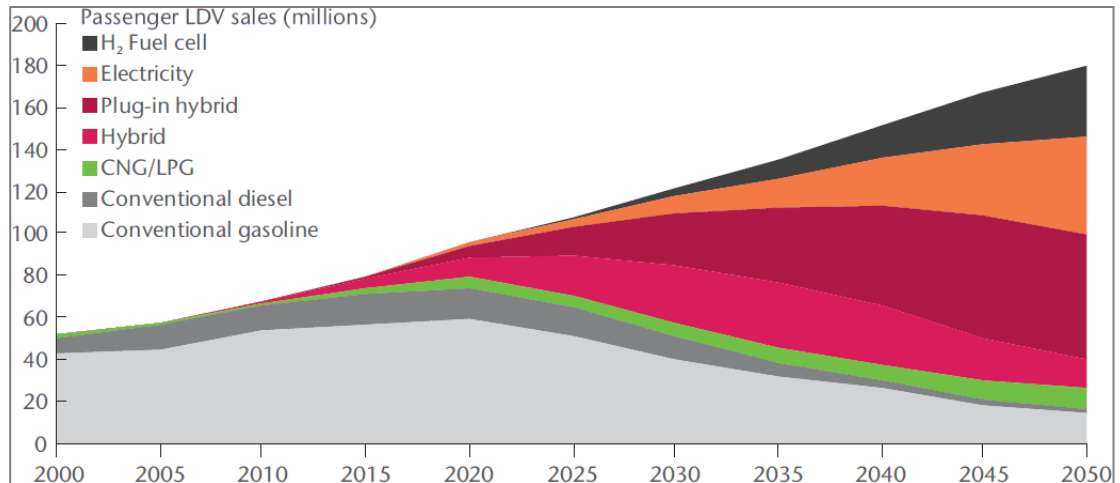
Sähköautoja koskevat tavoitteet esitetään Euroopan Komission julkaisemassa liikenteen tulevaisuutta koskevassa valkoisessa kirjassa. "Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma - Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää" sisältää paljon visioita liikennesuoritteista aiheutuvien ympäristöhaittojen torjunnassa. Vuoteen 2050 mennessä liikenteen päästöjä leikataan 60 % vuoden 1990 tasosta ja kaupunkiliikenteessä ei enää käytetä tavanomaisella polttoaineella toimivia ajoneuvoja. Strategian toteuttamiseksi Komissio edistää sähköautojen kehittämistä ja käyttöönottoa kokonaisvaltaisesti, sisältäen muun muassa lataus- ja infrastruktuurin, tutkimus- ja innovaatiohankkeiden sekä sähköautojen hankintaan rohkaisevien kannustimien tukemista. (Valkoinen kirja 2011, 9–10, 13–17.)

Työ- ja elinkeinoministeriön helmikuussa 2009 asettama Sähköautot Suomessa – työryhmä esitti vuoteen 2020 mennessä seuraavan tavoitteen: *”Yhteiskunta kannustaa sähköajoneuvojen ja muiden energiatehokkaiden ajoneuvojen käyttöönottoon Suomessa. Vuonna 2020 myytävistä uusista henkilöautoista 25 % on sähköverkosta ladattavia ja näistä 40 % (eli 10 % kaikista) täyssähköautoja”*. (Sähköajoneuvot Suomessa 2009, 13.)

Ehdotukseen perustuen Työ- ja elinkeinoministeriö sekä Teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus Tekes ovat myöntäneet yhteensä 40 miljoonaa euroa sähköautojen ja latausjärjestelmien kokeiluhankkeisiin. Vuosien 2012–2013 aikana otetaan käyttöön yhteensä 400 henkilö- ja kuljetussähköajoneuvoa sekä rakennetaan 850 latauspistettä, jotka mahdollistavat normaalin liikenteen ja asioinnin pääkaupunkiseudulla. Yksittäiset yritykset ja kaupungit sitoutuvat vuokraamaan sähköautoja, käyttävät niitä normaaleissa käyttöolosuhteissa sekä investoivat latausratkaisuihin. (Kankare 2011.) Tekesin EVE- ohjelmaa järjestetään myös muulla Suomessa ja ohjelma jatkuu suunnitelman mukaan vuoteen 2015 asti.

Sähköautoja oli liikenteessä 182 kappaletta vuonna 2011 ja uusia sähköautoja rekisteröitiin 30 kappaletta. Tilastollisesti sähköajoneuvojen hankinta ei ole kovin merkittävä, sillä Suomessa myydään vuosittain yli 100 000 ajoneuvoa. (Moottoriajoneuvot 2011, 18–19) Hietalahden mukaan (2011, 4) hankintaa hidastaa muun muassa sähköajoneuvojen korkea hinta, joka käsitellään myöhemmässä kappaleessa.

Kuviossa 3 esitetään maailmanlaajuinen arvio uusien ajoneuvojen myynnin kehityksestä. Henkilö- ja pakettiajoneuvojen vuosittainen kokonaismyynti kasvaa 60 miljoonasta 180 miljoonaan vuosien 2010–2050 välisenä aikana. Sähköajoneuvojen myynti on vielä muutamassa prosentissa vuonna 2020, mutta ne saavuttavat vuoteen 2050 mennessä noin 28 prosentin markkinaosuuden. Polttomoottoreiden määrä alkaa laskea vuoden 2020 jälkeen, ja niiden osuus kokonaismyynnistä on vuosisadan puolivälissä enää noin 10 prosenttia.



Kuvio 3. Käyttövoimaennuste eri ajoneuvojen myynnille. (IEA 2011, 14).

### 3.3 Tekniikka

#### 3.3.1 Energiatehokkuus

Ajoneuvon energian ja liikkeen välistä hyötysuhdetta kutsutaan nimellä tank-to-wheel, joka siis kuvastaa, kuinka paljon ajoneuvo hyödyntää energiastaan liikkeeksi. Korkea hyötysuhde vähentää ajoneuvon elinkaaren aikana syntyviä käyttövoimakustannuksia. Sähkömoottorilla toimiva auto on erittäin energiatehokas, koska se käyttää tuotetusta energiasta jopa 95 prosenttia liikkumiseen. (Sähköautot – NYT! 2011.) Polttomoottoriauto puolestaan hukkaa energiaa, koska polttoaineesta saatavasta energiasta vain noin 15–20 prosenttia muuttuu liike-energiaksi. Loput energiasta häviää kitkaan, lämmöksi ja osien kulumiseksi. (Nylund 2011, 31.)

Sähköauton korkea energiatehokkuus haittaa ohjaamon sisätilan lämmittämistä, koska sähkömoottori ei tuota tarpeeksi hyödynnettävää hukkalämpöä, kuten polttomoottori. Talvella energiaa otetaan akuista tai asennetaan polttoaineella toimiva lisälämmitin, mutta tällöin sähköauto ei ole päästötön. Toisaalta, sähköautojen energiatehokkuutta parantavat jarrutusenergian talteenottojärjestelmät, joilla jarrutuksesta saatava energia siirretään akkuihin. Kitkan ja kuumuuden vähentyessä myös jarruosien vaihtotarve vähenee. (Nylund 2011, 31, 106.)

#### 3.3.2 Ajomatka

Sähköautojen markkinoita rajoittaa akkujen heikot energiatihedyydet. Toimintasäde jää ajoneuvosta riippuen 100–150 kilometriin ja Suomen talviolosuhteissa ajomatka saat-

taa puolittua (Nylund 2011, 27, 106 ). Auton ajovastukset kasvavat talvella, ja jos sisätilalämmitys toimii sähköllä, se vähentää varsinkin hitaammassa ajossa toimintasädetä hyvin paljon. Suomessa kuitenkin ajetaan henkilöautoilla keskimäärin 44 ja pakettiautoilla 30 kilometriä päivässä, mihin sähköautojen toimintaedellytykset riittävät (Liikennetilastollinen vuosikirja 2011, 112). Sähköauto soveltuu esimerkiksi pien-tavaran jakeluun kaupungeissa, sisäisiin kuljetuksiin tehdas- ja tuotantohalleissa tai käytettäväksi maan alla suoritettavissa rakennusprojekteissa. Henkilökuljetusalalla, kuten taksiliikenteessä, voidaan välilatauksien avulla ajaa satoja kilometriä työvuoron aikana. Toistaiseksi täyssähköauto onkin täydellinen kaupunki- ja taajamaliikenteeseen.

Tehokkuutta ei voida kasvattaa lisäämällä akkuja, koska auton paino nousee. Mitä kevyemmäksi ajoneuvo saadaan, sitä pidemmäksi muodostuu akkujen latausväli. Akkujen nykyinen sähkökapasiteetti on 20–50 kWh eli painona tämä merkitsee 200–500 kg. Ylimääräisille akuille ei myöskään löydy luontevasti tilaa autojen rakenteissa, jolloin ajo-ominaisuudet kärsivät liikaa. Akut vaikuttavat ajoneuvon korirakenteen suunnitteluun. (Lautsi 2011, Auto D1.)

Vaihtoehtoisena ratkaisuna ehdotetaan ajoneuvon valmistamista muusta materiaalista kuin metallista. Saksalainen autonvalmistaja BMW aikoo tuottaa ajoneuvoja kestävästä, mutta kevyestä hiilikuidusta, joita käytetään kalliissa urheilu- ja kilpaurheiluautoissa. Tähän asti autoteollisuus on vähentänyt ajoneuvojen painoa ennen muuta lisäämällä osien valmistusta alumiinista. (Nurminen 2011, 21.) Koko auton valmistaminen alumiinista on kuitenkin vähäistä siksi, että robotit eivät pysty hitsaamaan korin rakenteita tarkasti alumiinin vaativien ominaisuuksien takia. Käsihitsauksella autojen tuotantokapasiteetti jää alhaiseksi eikä ole kustannussyistä tehokasta. (Kortelainen 2012, 23.)

Akkujen tehokkuuden kehityksessä on myös saatu lupaavia tuloksia. Saksalainen Offenburgin korkeakoulu Fraunhoferinstituten suoritti pisimmän yhdellä latauksella tehdyn 1 631,5 kilometrin ajoennätyksen yhdessä Engineering Materials Institute-tutkijoiden avustuksella kesällä 2011 Boxbergissä, Saksassa (Kalliola 2011). Vuotta aikaisemmin Volkswagenin tutkiva johtaja Martin Eberhard oli arvioinut, että nykykehityksellä akuilla päästään suorittamaan 800 kilometrin ajomatkoja vasta vuonna 2020 (Laine 2010).

### 3.3.3 Akun kestävyys

Sähköautojen akkujen kestävyttä mitataan joko ajallisesti tai akkujen lataussykliin perustuvasti. Lataussykllillä tarkoitetaan sitä, kuinka monta kertaa akku voidaan ladata täyteen, ennen kuin sen sähkön kokonaiskapasiteetti alkaa heikentyä. (The Boston Consulting Group 2010, 3–4. ) Nopea lataus, eli lataaminen suuremmilla sähkötehoilla kuluttaa akkuja enemmän kuin hidas lataus. Samoin akkuja kuluttaa nopea purkausvirta eli virrankäyttö, johon vaikuttavat muun muassa käytetty ajonopeus, virtalaitteet sekä ajo-olosuhteet. Myös ajoneuvossa hyödynnettävä akkutyyppi vaikuttaa kestävyteen. (Nylund 2011, 54–55.)

Autonvalmistajat käyttävät usein litiumioniakkuja niiden suuren energianvarastointikynsä takia. Niitä voidaan ladata 10-kertaisesti verrattuna heikoiten toimivaan lyijyakuun, joka kestää vain enintään 300 lataussykliä. Litiumioniakkujen käyttö on kuitenkin vastaavasti 3–4 kertaa kalliimpaa kuin lyijyakkujen. (Nylund 2011, 63.)

Teoriassa litiumioniakuston kokonaiskapasiteetilla saavutetaan 450 000 kilometriä kahdeksan vuoden aikana, jos akkujen päivittäinen teho riittää 150 kilometrin ajomatkan suorittamiseen (Sähtöturvallisuuden edistämiskeskus STEK 2012). Nopealla latauksella ja purulla akkujen teoreettista syklikestävyttä pystytään tutkimaan kokeissa, mutta vasta todellisessa käytössä selviää akkujen iällinen kesto (Nylund 2011, 54–55). Tällä hetkellä viitteitä akkujen kestävydestä antavat autonvalmistajien takuuehdot. Esimerkiksi Nissan Leafin saa viiden vuoden ja 100 000 kilometrin takuulla. Toinen Japanilainen autonvalmistaja Mitsubishi takaa yhtäläisesti omalle iMiev- mallistollensa viiden vuoden takuun – aina 150 000 kilometriin asti (Nissan 2012; Mitsubishi 2012.)

### 3.3.4 Lataaminen

Sähköauton latausjärjestelmiä on päätyypiltään kaksi: joko auto ladataan hitaasti verkkovirralla, mahdollistaen lataamisen melkein missä vain tai vaihtoehtoisesti sähkö otetaan erikseen suunnitellulta pikalatausasemalta. Normaaliilla verkkovirralla lataaminen voidaan suorittaa työaikana polttomoottoreiden esilämmityspistorasioista sekä kotona pistorasiasta yöaikaan, jolloin sähkön hinta on edullisempaa. Tosin, nykyisten lämmitystolppien hyödyntäminen sellaisenaan vaatii pieniä muutoksia, koska ne ovat varustettu sähkön latausta rajoittavilla ominaisuuksilla; sisäänrakennetut ajastimet säätelevät sähkön latausaikaa ja lämpötilasensorit valvovat, että sähköä

voidaan ainoastaan ladata silloin, kun ilman lämpötila laskee tiettyyn asteeseen. (Vitikka 2012, 42–45.) Lämmitystolppien muuttaminen mahdollistaa jopa miljoonan sähköauton käytön ilman suurempia investointeja (Hietalahti 2011, 36).

Tavallisella verkkovirralla lataaminen kestää noin 6–8 tuntia, mutta sähköautoille suunnitelluilla pikalatausasemilla aikaa kuluu 15–20 minuuttia. Maahantuojiin testikäyttöön tarkoitetut pikalatausasemat pystyvät jopa 5 minuutin lataukseen eli ajallisesti lähestytään jo polttomootoreiden tankkaamiseen käytettyä aikaa. (Automerkit 2011.)

Tähän mennessä julkisia pikalatauspaikkoja on keskitetty pääkaupunkiseudun alueelle, ja niitä on tällä hetkellä 150 kappaletta. Parin vuoden aikana määrä lisääntyy tuhanteen, kun Työ- ja elinkeinoministeriön Sähköinen liikenne-hanke edistyy (katso 3.2). Tämän ohella, Suomen sähköyhtiöt ovat aloittaneet valtakunnallisen latausinfrastruktuurin rakentamisen. Suunnitelman tavoitteena on luoda maahan yhtenäinen verkko, jossa sähköautolla liikkuva voi helposti käyttää eri sähköyhtiöiden latauspisteitä, riippumatta asuinpaikasta. Lataamisesta perittävä maksu tapahtuisi kaikkiin tolppiin sopivalla maksukortilla. (Luukko 2012.) Kuvassa 2 näkyy Kuopion Energian ensimmäinen sähkölataustolppa.



Kuva 2. Kuopion ensimmäinen sähkölataustolppa Kuopion Energian pääkonttorin pihassa 13.11.2012.

### 3.3.5 Päästöt ja melu

Täyssähköauto ei tuota käytössä päästöjä ilmaan ja on siksi paras vaihtoehto ajoneuvon energiankäyttömuodoista (Hietalahti 2011, 3). Ihmisten altistuminen terveydelle haitallisille pienhiukkasille vähenee ja kaupunkien ilmanlaatu paranee. Ratkaisevinta onkin, millä tavalla ajoneuvojen tarvitsema sähkö tuotetaan, sillä hiilineutraalisti, kuten vesi-, aurinko-, tuuli- tai ydinvoimaa hyödyntämällä päästöjä ei synny. Kivihiilivoimalla tuotettu sähkö on saastuttavin tapa, mutta tässäkin tapauksessa fossiiliseen tuotantoon perustuvan sähkönkäyttö autojen voimanlähteenä on ympäristön ja terveyden kannalta parempi ratkaisu, koska voimaloissa ilmansaasteiden hallinta on tehokkaampaa kuin autoissa. Lisäksi tehtaiden päästöt nousevat suoraan yläilmakehään, eivätkä jää kaupunkien hengitysilman tasolle. Sähköautot eivät kuitenkaan vähennä renkaiden nostattamaa katupölyä. (Kukko 2009; Nylund 2011, 102, 208.)

Toinen sähköauton erinomainen piirre on hiljainen melutaso, johtuen sähkömoottorin äänettömyydestä. Ajomukavuuden kannalta tämä on varsin ylellinen ominaisuus. Lisäksi polttomoottoreiden melutasoja säädellään EU-direktiiveillä, joten äänettömänä

sähkömoottori edesauttaa myös liikenteen meluhaittojen torjunnassa (Valtion ympäristöhallinto 2011). Turvallisuuskulmasta haasteita voi tulla sähköauton havaittavuudessa, sillä pienillä nopeuksilla renkaiden ja ajoviiman tuottama melu jää varsin olemattomaksi. Suomessa Itellan sähkökäyttöiset postiautot varustetaan merkkiäänellä, jolla varoitetaan jalankulkijoita (Näkövammaisten Keskusliitto 2011).



## 4 KUSTANNUSLASKENTA

Tässä luvussa käsitellään moottoriajoneuvon kuluihin liittyvää perusteoriaa sekä tuodaan esiin poltto- ja sähköajoneuvon kustannuseroja. Esille tuotavat kustannusluokitte-  
lut ei ole kohdistettu tietyille ajoneuvolle tai ajoneuvotyypille vaan ne ovat yleistyk-  
siä. Sähköajoneuvo on kulkuvälineenä vielä Suomessa melko uusi, joten aiemmat  
tutkimukset ovat lähinnä keskittyneet teknologiaan. Näistä johtuen teoriaosuuden  
lähteet painottuvat kirjallisuuteen, joissa tuodaan esiin merkittävät ajoneuvojen kus-  
tannukset sekä kustannusten määrittelyyn ja luokitteluun liittyvät käytännöt. Erityisesti  
ajoneuvojen kustannusrakenteita on käsitelty laajemmin logistiikka-alan kirjallisuus-  
dessa, joten kustannuksissa sovelletaan kuljetustalouden toimintolaskentaa.

### 4.1 Kustannuslaskenta liiketoiminnassa

Kustannuslaskennan tehtävänä on toimia yritysjohton työvälineenä yrityksen suunnit-  
telussa, päätöksenteossa, toimeenpanossa ja valvonnassa. Kustannuslaskennan  
avulla saadaan aikaiseksi paljon tietoa, jotka yhdessä tukevat tehokkaasti yrityksen  
johtamista. Yritysjohto tarvitsee haluttujen päämäärien ja tavoitteiden saavuttamiseksi  
erilaisia yrityksen toimintoja kuvastavia arvoja ja määriä, sekä kustannuksia ja suorit-  
teita, joiden perusteella laaditaan kustannuslaskelmia. (Oksanen 2004, 8.)

Neilimo & Uusi-Rauva (2007, 37, 144–145) kuvaavat yrityksen kustannuslaskennan  
päätehtäväksi tuottaa informaatiota, jota hyödynnetään tuotteiden tai palveluiden  
suunnitteluprosessissa. Kustannuslaskennan tehtäviin kuuluvat kustannusten selvit-  
täminen ja rekisteröinti sekä kustannusten kohdistaminen eri laskentakohteille. Käy-  
tännön sovellutuksista toimintoperusteinen kustannuslaskenta ABC (Activity-Based  
Costing) tuottaa erilaista tietoa yrityksen toiminnasta, joita pyritään hyödyntämään  
yrityksen parantamiseksi. Tuotteiden ja palveluiden kustannuksille etsitään looginen  
yhteys ja kustannukset kohdistetaan tarkemmin aiheuttamisperiaatteen mukaisesti.

ABC-analyysissä laskentakohteina ovat resurssit, tuotteet, suoritteet ja asiakkaat.  
Juuri kustannusten kohdistaminen on toimintolaskennan vahvuus. Perinteinen kus-  
tannuslaskenta kertoo ainoastaan, paljonko kustannuksia muodostuu, mutta ABC-  
laskennassa selviää myös, mistä ja millä tavalla niitä kertyy ja miksi. (Neilimo & Uusi-  
Rauva 2007, 144–145.) Jokaiselle laskentakohteelle voidaan muodostaa omat kus-  
tannuslaskelmat, ja arvioida, ketkä asiakkaat ovat kannattavia tai kuinka niistä voisi

tehdä vielä merkittävästi kannattavampia. Toimintolaskenta siis antaa mahdollisuuden tarkastella kannattavia ja kannattamattomia suoritteita, ja sen perusteella voidaan kehittää toimintatapoja.

Yleisimmän luokituksen mukaisesti jaetaan kustannukset toiminta-asteen eli suoritemäärän ja aikayksikön mukaan muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, kohdistamisen syy-yhteyden eli laskentakohteen mukaan välittömiin ja välillisiin kustannuksiin sekä aiheuttamisen syy-yhteyden eli tapahtuman mukaan erillis- ja yhteiskustannuksiin (kuvio 4). Aina kuitenkin kustannusten jakaminen ei ole aivan yksinkertaista, sillä kustannus saattaa vaihdella muun muassa tuotantotyyppin, tarkastelujakson pituuden ja laskentakohteen muuttuessa. (Oksanen 2004, 58–59.)

<b>Muuttuvat kustannukset</b>	<b>Välittömät kustannukset</b>	<b>Erillis- kustannukset</b>	<b>Kokonaiskustannukset</b>
<b>Kiinteät kustannukset</b>	<b>Välilliset kustannukset</b>	<b>Yhteis- kustannukset</b>	

Kuvio 4. Kustannusten luokitteluja. (Oksanen 2004, 58.)

#### 4.2 Moottoriajoneuvon kustannuslaskenta

Lähtökohtaisesti kustannukset kohdistetaan kuljetusyksikölle tuotos-panos periaatteella. Toisin sanoen, kuljetusvälineen käytöstä ja sen tuotoksen aikaansaamisesta aiheutuneet tuotantopanosten kokonaiskustannukset kohdistuvat aiheuttamisperiaatteella kuljetusvälineelle. (Oksanen 2004, 60.) Karhunen, Pouri & Santala (2004, 91) ryhmittelevät ajoneuvojen kokonaiskustannukset seuraavasti:

##### TYÖKUSTANNUKSET

– kuljettajien palkat

- välilliset työkustannukset
- päivä- ja ruokarahat

#### KIINTEÄT KUSTANNUKSET

- pääomakustannukset (poistot + korot)
- liikennöimismaksut (moottoriajoneuvovero, katsastusmaksut)
- vakuutusmaksut (liikenne-, auto- ja kuljetusvakuutus)
- ylläpitokustannukset (säilytys, pesu, pienvarusteet)
- hallintokustannukset
- korvaukseton ajo

#### MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

- polttoainekustannukset
- voiteluainekustannukset
- korjaus- ja huoltokustannukset
- rengaskustannukset

Kiinteät kustannukset muodostuvat ajoneuvon hankinnasta ja sen toimintavalmiuden ylläpitämisestä. Nämä kustannukset ovat riippumattomia ajosuoritteesta ja toiminta-asteesta eli ne syntyvät, vaikka ajoneuvoa ei käytetä laisinkaan. Muuttuvat kustannukset sen sijaan ovat suoraan seurausta ajoneuvon käytöstä. (Karhunen ym. 2004, 91.)

Ajoneuvojen investoinnit ovat henkilökustannusten ja tuotantovälineiden ohessa suuria menoeriä, joten yritysautohallinta vaatii erityistä huomiota (Suomen yritysautohallinta 2012). On luonnollista, että ajoneuvokohtaiset kustannukset vaihtelevat eri teki-öistä johtuen ja niihin voidaan vaikuttaa joko suoraan tai välillisesti. Kustannuksia seuraamalla ja analysoimalla kehittyvät kustannusten hallintaa tukevat menetelmät ja taidot. Kustannusten seuranta on edellytys taloudellisen kehityksen arvioimisessa. (Karhunen ym. 2004, 91, 94.)

Kustannusseurannan tehokkuuden lähtökohtina ovat yrityksen yleiset tarpeet sekä ajoneuvon ominaisuudet. Ajoneuvo mitoitetaan todelliseen käyttötarpeeseen soveltuvuuden ja tarkoituksenmukaisuuden perusteella, jolloin myös tulee huomioiduksi liikennöintimaksut ja ajoneuvonvaihtoarvo. Sen lisäksi polttoainetaloudellisuutta parantavat taloudellisen ajotavan koulutus, reitti- ja ajo-ohjelmasuunnitelmat sekä tekniset apu- ja seurantavälineet. Samalla vaikutetaan myös huolto-, korjaus- ja rengaskustannuksiin. Työkustannuksiin vaikutetaan suunnittelemalla työvuorot mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti. Kilpailuttamalla vakuutukset saadaan vertailtua kustannustasoja lisäksi keskittämisen- ja bonusjärjestelmät sekä otetaan huomioon vapaaehtoisin vakuutuksiin sisältyvä riskienhallinta. (Karhunen ym. 2004, 91–92, 94.)

### 4.3 Kiinteät kustannukset

Koska opinnäytetyössä keskitytään selvittämään poltto- ja sähkömoottorin kustannuseroja, ei teoriaosuudessa käsitellä laajemmin kuljettajan työkustannuksia. Samoin kiinteistä kustannuksista jätetään huomioimatta hallintokustannukset ja korvaukseton ajo. Voidaan olettaa, että teoriassa kyseiset kustannukset ovat ajoneuvon käyttövoimasta riippumatta samat, mikäli samanlaisia ajoneuvotyypppejä tarkastellaan samoilla ajomääräsuoritteilla.

#### 4.3.1 Hankintahinta

Kaikki auton välittömään hankkimiseen liittyvät menot katsotaan hankintamenoksi. Auton hankintahinnaksi käsitetään auton ostohinta, toimituskulut ja autovero sekä auton lisävarusteet asennuskuluineen. Säännöllisesti kuluvat osat, kuten esimerkiksi renkaat, vähennetään hankintahinnasta ja lisätään rengaskustannuksiin. Näin saadaan ensimmäisen vuoden käyttökustannukset paremmin rinnastuskelpoisiksi muiden vuosien kustannusten kanssa. (Immanen 2009, osio 3,2: 4.)

Nylundin mukaan (2011, 27) sähköautojen hankintahinnat ovat 2–3 kertaa polttomoottoriautoja korkeammat. Tämä selittyy pääosin akkujen korkeista valmistuskustannuksista, joiden osuus on monissa malleissa puolet ajoneuvon hinnasta. Nykyisillään litiumioniakkujärjestelmän hinta vaihtelee suuruusluokkaisesti 800–1 000 €/kWh, joten tyypillinen 20 kilowattitunnin kokoluokan akusto maksaa 16 000–20 000 euroa. Nylund odottaa, että vuoteen 2020 mennessä akkujen valmistuskustannukset laskevat viidennekseen, kun sähköautojen sarjatuotantoa lisätään ja akkuteknologian valmistamisprosessi kehittyy. Samoin Euroopan autojohtajat arvioivat sähköautojen tasoituvan myyntihinnoiltaan polttomoottorin tasolle vuoden 2020 tienoilla (Turtiainen 2011, 20–21).

Toisaalta, Kankare (2011) tuo esiin Talouselämän artikkelissa, että Ranskassa henkilömalliset Renault Fluence Z.E. -sähköautot myydään hieman yli 21 000 euron hintaan, koska asiakas vuokraa akut 70 euron kuukausimaksulla. Akun vuokraamalla ajoneuvon myyntihinta on noin 15 000 euroa halvempi. Sen lisäksi Ranskan valtio tukee sähköajoneuvon ostajaa 5000 euron verovähennyksellä ja samanlaisen verorodun ovat omaksuneet myös useat muut maat, jotka haluavat edistää sähköajoneuvojen yleistymistä.

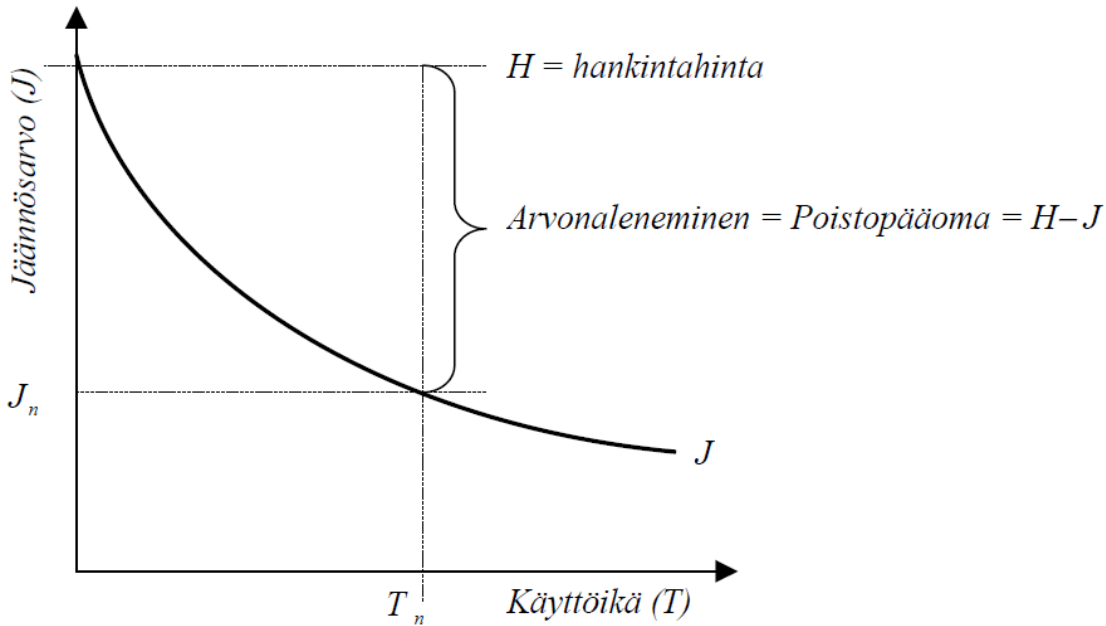
Suomessa vastaava vuokrausperiaate ei onnistu autoverolaissa määritellyn ajoneuvon toimintaa kuvaavan lausekkeen perusteella. Sen mukaan ajoneuvon on oltava myytäessä toimintakuntoinen, mikä tulkitaan niin, että akkujen täytyy kuulua ajoneuvon myyntihintaan. (Kankare 2011.) Myöskään valtio ei ole halukas tarjoamaan merkittäviä verohuojennuksia, jotteivät sähköautot vaaranna joukkoliikenteen kehittämistä sekä lisää autoilun suoritteista tuomia ongelmia, kuten ruuhkia (Hakkarainen 2012). Poikkeuksen muodostavat energiainvestointituet, joita myönnetään Tekesin EVE-ohjelmaan osallistuville organisaatioille. Tällöin on mahdollisuus saada investointitukea korkeintaan 30 prosenttia ajoneuvon leasingkustannuksesta ja latauslaitteiden hankintaan enintään 35 prosenttia. Työ- ja elinkeinoministeriön etukäteen hyväksymille sähköajoneuvoille myönnetään tukea seuraavin ehdoin (Sähköinen liikenne 2012):

- tukea maksetaan vuosien 2011–2015 aikana syntyville kustannuksille
- kirjanpitoaineistot ja tositteet tulee säilyttää tuen käytön valvontaan
- ajoneuvo hankitaan vähintään 36 kuukauden leasingsopimuksella
- ajoneuvon tulee olla rekisteröitynä käyttöaikanaan liikenteeseen
- tutkimuslaitteisto asennetaan tutkimustietojen keräämiseksi ja,
- käyttäjän täytyy osallistua tutkimukseen liittyvään haastatteluun.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että ilman investointitukea, markkinoille julkaistavat henkilömalliset sähköajoneuvot tulevat aluksi olemaan noin 30 000–40 000 euron hintaisia. Muun muassa huhtikuussa 2012 myyntiin ilmestyneen Nissan Leafin ilmoitettu arvonlisäverollinen myyntihinta on valmistajan kotisivuilla 40 800 euroa.

#### 4.3.2 Auton arvon alentuminen

Auton arvon laskeminen on suurin käyttöaikainen kuluerä. Kuten kuvio 6 osoittaa, arvon yleiseen kehitykseen kuuluu, että alentuminen on ensimmäisten vuosien aikana nopeaa, mutta se hidastuu suhteellisesti romutusikää lähestyttäessä. Jos esimerkiksi 30 000 euron hintainen auto menettää ensimmäisenä vuonna arvostaan kymmenyksen, puhutaan 20 vuoden ikäisten ajoneuvojen kohdalla enää muutaman sadan euron vuosittaisesta laskusta.



Kuvio 6. Ajoneuvon arvonaleneminen. (Oksanen 2004, 86)

Yrityksen kirjanpidossa ajoneuvon arvon alenemisen määrittely poikkeaa todellisesta käyvästä arvosta. Auton renkaaton hankintahinta vähennetään vuosittain poistoina, jotka lasketaan jakamalla hankintamenon ja ennakoidun jäännösarvon eli käyttöajan lopussa oletetun luovutushinnan erotus pitoajalla. Hankintahintana käytetään uus-hankintahintaa (Oksanen 2004, 91.)

$$\text{Keskimääräinen vuosipoisto} = \frac{\text{Hankintahinta} - \text{Jäännösarvo}}{\text{Pitoaika}}$$

Ajoneuvon hinta putoaa nopeammin, jos ajokilometrejä on ikään nähden keskimääräistä enemmän. Koska polttomoottoreiden kesto on rajallisesti noin 400 000–1 000 000 kilometriä, niin vähäinen ajomäärä pitää jälleenmyyntihinnan korkeammalla. Myös ajoneuvon kunto vaikuttaa merkittävästi arvoon, sillä hyvin huollettu auto vähentää ostajan riskiä ja ajoneuvosta maksetaan enemmän. Ajoneuvon kysyntä on myös ratkaiseva. Muita arvon määrittäviä tekijöitä ovat auton merkki ja malli, käyttövoima ja varustelutaso.

Kahdessa ennusteessa arvioidaan autokohtaisesti kolmen vuoden ikäiselle sähköajoneuvolle jäännösarvoksi 35–40 prosenttia, kun vastaavankokoisten polttomoottoriajoneuvojen jäännösarvot ovat 45–55 prosenttia alkuperäisestä hinnasta. Arviot perustuvat sähköajoneuvojen akkujen nopeampaan heikkenemiseen suhteessa polttomoottorin ajosuoritteisiin. Paremman jäännösarvon saavuttamiseksi ehdotetaan, että sähköautot myydään akkujen vuokraamisella. Tällä tavoin auton jälleenmyynti helpot-

tuu sekä omistajan taloudellinen asema paranee. (Laine 2010; Viitanen 2011.) Lisäksi uuden akun rahoittaminen itse vanhan tilalle maksaa kohtuuttomasti ajoneuvon todelliseen jäännösarvoon nähden.

Tarkkojen jälleenmyyntiarvojen ennustamiseksi tarvitaan todellisten ajomatkojen ja akkujen kestävyysliittymien tietojen lisääntymistä, mikä puolestaan vaatii sähköautomarkkinoiden vakiintumista. Sitä vastoin, sähköautojen teknologia akkujen ja muiden ominaisuuksien kohdalla kehittyy nopeasti (Hietalahti 2011, 21). Tämä lisää nykyisten mallien ennustettavuuden vaikeutta.

Sähköajoneuvon hankinta kannattaa rahoittaa leasingsopimuksella. Yleisesti ottaen leasingvuokrat ovat aina korkeita ajoneuvon uudelleen vuokrauksen tai niiden myyntiin liittyvien riskien vuoksi (Raespuro 2011, 33). Sähköautot eivät ole poikkeus, sillä niiden riskejä kasvattavat nopean tekniikan kehitys, kuten edellä mainittiin. Leasingsopimuksella epävarmuus auton arvosta sekä myynnistä jäävät vuokranantajalle auton luovuttamisen jälkeen ja vuokralaisen taloudelliseksi kuluksi jää leasingsopimuksen kokonaishinta. Ilman todellista ajoneuvon arvon laskun tietämistä, leasingsopimus on toistaiseksi riskittömämpi vaihtoehto. Myös valtion investointituen saaminen edellyttää leasingsopimusta. Samanaikaisesti ajoneuvon vuokrauksella tarvitaan vähemmän sitoutunutta pääomaa, jolloin rahoitusresursseja voidaan kohdistaa yrityksen muihin toimintoihin.

#### 4.3.3 Liikenne- ja autovakuutus

Liikennevakuutuksesta säädetään liikennevakuutuslaissa 1959/279. Sen mukaan liikenteeseen rekisteröidyllä moottoriajoneuvolla on oltava liikennevakuutus.

Vakuutusmaksuilla korvataan ajoneuvon liikenteessä aiheuttamat henkilö- ja omaisuusvahingot sekä syyttömän osapuolen vahingot. Vakuutusmaksuun vaikuttavia tekijöitä ovat vakuutusyhtiöstä poiketen muun muassa ajoneuvon käyttötarkoitus, merkki, malli, vuosimalli, paino ja moottorin teho, sylinteritilavuus, käyttöönottovuosi, haltijan asuinpaikka, ikä ja vakuutusmaksun laskuväli. Käytännössä liikennevakuutusmaksu muodostuu siten, että vakuutusyhtiöt arvioivat vakuutettavan kohteen vahinkoriskiä. (Liikennevakuutuskeskus 2011.)

Yleensä ajoneuvon omistajalla on lisäksi jonkinlainen vakuutusyhtiön tarjoama vapaaehtoinen autovakuutus, sillä lakisääteinen liikennevakuutus ei korvaa omalle ajo-

neuvolle aiheutuneita vahinkoja. Omistaja voi itse valita autovakuutuksen laajuuden, johon voi sisällyttää muun muassa kolari-, hirvivahinko-, ilkivalta-, palo- ja varkausvakuutuksen. (Lähivakuutus 2011.)

Pääsääntöisesti ajoneuvon vakuutusmaksu kasvaa, mitä suurempi on moottorin teho ja iskutilavuus. Sähköautoihin tätä voidaan soveltaa vain moottorin tuottaman tehon osalta, sillä sähkömoottorin toimintaan ei kuulu sylintereitä, joita käytetään iskutilavuuden mittaamiseksi. Sen lisäksi ajoneuvorekisteriin merkitään polttomoottoreiden tehoksi maksimaalinen huipputehosuoritus, kun taas sähköautoille merkitään jatkuva käyttöteho. Näin sähköautot sijoittuvat matalampaan maksuluokkaan. (Sähköautot–NYT! 2011.)

Kyösti Talsi vakuutusyhtiö Pohjolasta perustelee Kauppalehden haastattelussa, että koska sähköautojen turvallisuusriskit ovat pienemmät, vakuutetaan ne alhaisemmalla hinnalla. Sähköautojen nopeudet ovat pidemmän ajokantaman saavuttamiseksi rajoitettu polttomoottoria alemmaksi ja niillä suoritettavat ajomatkat ovat myös vähäisempiä. Lisäksi Pohjola haluaa kannustaa ympäristöystävällisten autojen käyttöönottoa. Ifin vakuutus päällikkö Peter Roselius on puolestaan huolissaan sähköajoneuvojen turvallisuuteen liittyvistä asioista, mutta kertoo, ettei sähköautojen hinnoittelua ole vielä otettu huomioon (Nikula 2010, 17.)

#### 4.3.4 Katsastus

”Valtioneuvoston asetus liikenteessä käytettävien ajoneuvojen liikennekelpoisuuden valvonnasta 2002/1245”- laissa määrätään ajoneuvon katsastuksesta. Moottoriajoneuvolle täytyy suorittaa määräajoin tehtävä katsastus, jossa tarkastetaan ajoneuvon kunto ja rekisteriin merkityt tiedot. Kunnon lisäksi määräaikaikatsastuksessa tarkastetaan, että ajoneuvo on liikenteessä turvallinen, ja että ajoneuvosta ei aiheudu liiallisia ympäristöhaittoja. Lisäksi katsastuksen suorittaja varmistaa, että pakolliset vakuutusmaksut ja ajoneuvoverot on suoritettu. Uudet henkilö- ja pakettiautot katsastetaan viimeistään 3 vuoden kuluttua käyttöönottopäivästä, ja kolmannesta vuodesta eteenpäin pakettiautot katsastetaan vuosittain. Henkilöautoilla vuosittainen katsastus alkaa viiden vuoden kuluttua käyttöönottopäivästä.

Katsastusmaksu koostuu katsastuksesta, pakokaasumittauksesta ja 1.1.2001 jälkeen ajotietokoneilla varustetuilla bensiiniautoilla OBD- (On-Board Diagnostics) mittauksesta. OBD on ajoneuvon sähköinen järjestelmä, joka muun muassa sisältää tietoa



pakokaasujen puhdistusjärjestelmien toiminnasta. Sähköautoissa pakokaasujärjestelmiä ei ole, joten pakokaasu- ja OBD- mittausta ei suoriteta. Katsastushinnat.fi- sivustolta saa ajankohtaiset tiedot paikkakunnittain katsastusasemien hinnoista sekä koko maan keskimääräiset katsastushinnat.

#### 4.3.5 Ylläpitokustannukset

Ylläpitokustannukseksi katsotaan ajoneuvon säilytyksestä, pesusta ja sekalaisesta pienvarustuksesta aiheutuvat menot (Oksanen 2004, 94). Sisä- ja ulkosäilytyksestä muodostuu sähkölämmityskuluja sekä autotallimenoja.

Ajoneuvo suositellaan pestäväksi ja vahattavaksi muutaman kerran vuodessa, jotta ennaltaehkäistään korin ruostumista ja osien rikkoutumista. Puhdistus ei pelkästään pidä huolta ajoneuvon kunnosta, vaan antaa asiakkaalle paremman vaikutelman yrityksen luotettavuudesta. Lian alta ajoneuvoihin maalatut yrityksen tunnukset eivät myöskään näy. Puhdistuksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon se, että ympäristösuojelulain (86/2000) mukaan kunnat ja taloyhtiöt voivat rajoittaa ajoneuvojen pesemistä ja huoltamista tietyillä alueilla, jolloin ajoneuvot tulee käyttää niille tarkoitetuissa pesuloissa. Rajoituksilla pyritään ehkäisemään vesistöjen ja ympäristön pilaantumista. Pesuloissa hinnat vaihtelevat 10–30 euron välillä.

Talvella polttomoottoria suositellaan lämmitettäväksi ennen ajoon lähtöä, koska tällä saadaan laskettua polttoaineen kulutusta ja päästöjä. Lisäksi kylmänä käynnistetyn moottoriin käyttöikä laskee, mikä vastaa 500–600 kilometrin ajomatkaa. Yleisohjeen mukaan moottoria tulee lämmittää jo alle +5 C asteen lämpötilassa puoli tuntia ja -20 asteen pakkasessa yli 2 tuntia. (Motiva 2009.)

Kovassakin pakkasessa säilytettynä sähköautot käynnistyvät vaivatta, sillä kylmyyden aiheuttama energian purkautuminen lämmittää akkuja. Energian vapautuminen kuitenkin heikentää maksimaalista ajomatkaa. Sähköautoihin on kehitetty menetelmä, jolla latauksen jälkeen virtaa syötetään akkujen lämmitykseen ja ylläpidetään tehokasta toimintakykyä (Nylund 2011, 106–109). Tästä energiantarpeesta tai lämmitykseen kuluvasta ajasta ei kuitenkaan ole toistaiseksi mitään julkaistuja tutkimuksia.

Sähköauton lataaminen tavallisesta pistokkeesta ei aiheuta lisäkustannuksia, mutta valmiiksi rakennetut esilämmityspaikat täytyy muuttaa latauskelpoisiksi (katso kappale 3.3.4). Säilytyspaikkojen muutokustannukset ovat tapauskohtaisia ja riippuvat

tarvittavasta työstä. Muutamalle sähköautolle riittää, että ainoastaan lataustolpat korvataan, jolloin yhden tolpan kustannukseksi tulee 100–150 euroa (Fortum 2012, 6.) Tämä vastaa suurin piirtein polttomootorilämmittimen asennuskustannusta.

Ottamalla nyt huomioon sähköajoneuvojen lataustarpeet säilytyspaikkojen suunniteltuvaiheessa jäävät kustannukset kaikissa latauspaikoissa samansuuruisiksi. Myöhemmin säilytyspaikkojen sähköistys täytyy muuttaa kaikissa sähkönsyöttökyvyn riittämiseksi, jolloin kustannukset nousevat 300 euroon per säilytyspaikka. (Fortum 2012, 6.)

Sähköautolle on erikseen saatavilla seinälle tai tolppaan asennettava latauspiste, joka mahdollistaa kotona sekä työpaikalla suoritettavan pikalatauksen. Suorituskyvyiltään nämä laitteet eivät täysin vastaa julkisissa kohteissa sijaitsevia pikalatausasemia, sillä korkeintaan lataaminen nopeutuu tavalliseen verkkovirtaan nähden 60 prosenttia. Kaikki sähköajoneuvojen maahantuoijat eivät tällaisia vielä edes tarjoakaan. Sähköyhtiö Fortum tarjoaa jokaisen sähköajoneuvon lataamisen sopivan pikalatausaseman ilman asennuskustannuksia 1 300 eurolla. (Fortum 2012.)

#### 4.4 Muuttuvat kustannukset

##### 4.4.1 Energian hinta ja kulutus

Auton kulutukseen vaikuttaa useampi tekijä, kuten moottorin teho, auton paino, otauspinta-ala, käytetyt renkaat ja niiden paine, ajotapa, polttoaine ja sää. Muuttujien runsaus tekee polttoaineen kulutuksen määrittelystä vaikeaa, joten kulutuslukemat määritellään ajoneuvon kulutusseurannan perusteella. Varsin yleinen tapa on käyttää laskennassa polttoaineen keskikulutusta (L/100 km), joka kerrotaan litrahinnalla (€/L). (Oksanen 2004, 95; Immanen 2009 osio 3,2: 6.)

Bensiinin ja dieselin keskimääräiset verottomat litrahinnat olivat 1,27 ja 1,11 euroa Suomessa vuonna 2011. Samana vuonna ensirekisteröityjen bensiini- ja dieselajoneuvojen keskimääräiset päästöt olivat 14,39 ja 14,57 kg/100 km. Yksi bensiinilitra sisältää 2 350 grammaa ja diesel 2 660 grammaa hiilidioksidia. (Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi 2012; Öljyalan keskusliitto 2012.) Näistä luvuista voidaan johtaa seuraava jakauma henkilöautojen bensiini- ja dieselpolttoaineen 100 kilometrin keskimääräiselle kulutukselle:

- bensiinin kulutus:  $14,39 \text{ kg} / 2,35 \text{ kg} = 6,12 \text{ L} / 100 \text{ km}$ , hinta 7,80 €
- dieselin kulutus:  $14,57 \text{ kg} / 2,66 \text{ kg} = 5,48 \text{ L} / 100 \text{ km}$ , hinta 6,10 €

Sähköautojen energiakulutus vaihtelee auton koosta riippuen 15–25 kWh/100 km. Vuonna 2011 arvonlisäveroton sähkön hinta maksoi keskimäärin 0,08 €/kWh. (Nylund 2011, 52; Energiamarkkinavirasto 2012.) Tällöin 100 kilometrin kustannukseksi kertyy 1,20–2,00 €. Latauksessa aiheutuvat häviöt, akkujen purkautuminen sekä ohjaamon sisätilanlämmittäminen akkujen energialla kuluttavat yhteensä 0,05 kilowattituntia energiaa kilometriä kohden talvella (Unkuri 2010, 13). Sähköä kuluu 5 kWh enemmän 100 kilometrin ajamiseen, mikä tällöin lisää kustannuksia 0,40 €/100 km. Talvella sähköautojen todelliset keskikustannukset 100 kilometrille ovat keskimäärin 1,60–2,40 €.

Tästä voidaan päätellä, että maksimaalisesti polttomoottoreiden käyttövoimakustannus on arvioituilla energiahinnoilla kuusi kertaa kalliimpaa. Vaikeampaa onkin ennustaa, mitä energiahinnat tulevat olemaan tulevaisuudessa. Liikenne on riippuvainen ulkomailta tuodusta raakaöljystä, jonka hintaan vaikuttaa voimakkaasti maailmanmarkkinatilanne. Öljystä jalostettujen polttonesteiden verotus on suhteellisesti korkeampi, kuin kotimaassa edullisesti tuotetun sähkön (katso luku 5.3). Suomessa polttoaineista kerätään veroa vuosittain 2,5 miljardia euroa (Liikennetilastollinen vuosikirja 2011, 110). Todennäköisesti sähköautojen lisääntymisestä aiheutuma verovaje siirtää verotuksen painopistettä tulevaisuudessa sähköön.

#### 4.4.2 Voiteluaine- ja huoltokustannukset

Nykyiset huollot perustuvat kokonaan polttomoottorin tarvitsemille huoltotoimenpiteille, jotka suoritetaan aika- tai matkaperusteisesti. Auton merkillä ja mallilla on oleellinen vaikutus huollon lopulliseen hintaan. Oksasen mukaan (2004, 95) huolto- ja korjauskustannukset huomioidaan kustannuslaskennassa koko ajoneuvon pitoajalta ja luotettavinta on seurata niiden muodostumista ajoneuvokohtaisesti.

Sähköautoissa voiteluaine- ja huoltokustannukset tulevat olemaan pienemmät, sillä useiden nesteiden ja huollettavien osien määrä vähenee, mikä myös pidentää varsin naisten huoltojen väliä. Sähkömoottorissa on vähän liikkuvia osia, joten siinä ei tapahdu hankauksen, paineen ja lämmön vaikutuksesta aiheuttamaa kulumista yhtä lailla, kuten polttomoottorissa. Tämän vuoksi polttomoottorille tavanomaisesti tehtävät huollot, kuten öljyn-, suodattimen-, jakohihnan- ja sytytystulppien vaihto jäävät säh-

kömoottorista pois. Nollapäästöjen ansiosta sähköauto ei tarvitse pakoputkea ja koska mekaaninen, öljyä tarvitseva vaihteisto voidaan korvata sähköisesti toimivalla vaihdekepillä, poistuu samalla kytkimen tarve. Siltikään täysin huoltovapaaksi sähköautoa ei saada, sillä esimerkiksi teiden suolaamisesta aiheutuva korroosio ja kiven iskeytymät vaativat korin ja alustan huoltoa. Jarrut toimivat edelleen samalla tekniikalla, joten nekin tulee tarkastaa.

Jotkut sähköautoilijat ovat raportoineet, että huolto-kerrat ovat laskeneet kolmasosaan bensa-autojen huoltotarpeista ja huoltamiseen kuluva rahamäärä on jäänyt noin neljäsosaan. Luvut eivät perustu mihinkään laajaan tilastoon. (Sähköautot – NYT! 2011.)

#### 4.4.3 Renkaat

Rengaskustannukset lasketaan jakamalla renkaan arvonlisäveroton hinta kestopainalla. Lisäkustannuksia voi muodostua renkaan ennenaikaisesta rikkoutumisesta tai renkaan pinnoittamisesta sekä näiden aiheuttamista rengastöistä. (Oksanen 2004, 96–97.) Mikäli renkaiden vaihdot ja niiden kausisäilytys hoidetaan ulkopuolisella palveluntarjoajalla, nousevat ajoneuvon vuosittaiset rengaskustannukset useilla sadoilla euroilla.

Kuljettaja vaikuttaa renkaiden kestävyysajan ajotavalla ja huolehtimalla riittävästä ilmanpaineen määrästä, mutta ajo-olosuhteet, kuorma, tien pinta sekä ajoneuvon akseliston rakenne liittyvät osaltaan kulumiseen. Normaalisti henkilö- ja pakettiautoilla renkaiden käyttöikä on 40 000–60 000 kilometriä, mutta virheelliset asentokulmat voivat kuluttaa renkaat käyttökelvottomiksi jo muutaman tuhannen kilometrin jälkeen. Rengasmerkin- ja mallin kulumiskestävyyksissä on myös eroja. (Tuulilasi 1995, 14.) Autonvalmistajat käyttävät ajoneuvomallikohtaisesti tietyn valmistajan renkaita ja useimmiten kestävyysarvioiminen muodostuu vuosien kokemukseräisellä tiedolla (Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL 2009, 9).

## 5 VEROTUS

Tässä luvussa käsitellään henkilö-, paketti- ja sähköautoja koskevat veromääräykset. Tietoihin on koottu oleellisemmat perusteet ajoneuvomallien verotusten arvioimiseksi. Kappaleiden jaksottamisen ja verotuksen laajuuden vuoksi oli järkevää, ettei verotusta käsitelty ajoneuvon kustannuslaskenta -osiossa.

Suomessa liikenteen verojärjestelmä on muuttunut ympäristövaikutteiseksi eli ajoneuvoa verotetaan ensisijaisesti päästöjen perusteella. Toisin sanoen verotuksen painopiste on siirtynyt ajoneuvon hankinnasta käyttöön perustuvaksi, jolloin veroja suoritetaan ympäristön kuormittamisesta. Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelmassa linjataan (2011, 48), että verouudistuksilla tuetaan ilmasto- ja energiapaketissa Suomelle asetettujen liikennetavoitteiden toteutumista sekä vaikutetaan autokannan uusiutumiseen.

Vuoden 2012 alusta korotettiin polttoaineveroa ja ajoneuvoveroveron perusosaa sekä huhtikuussa otettiin käyttöön uudet autoveroprosentit, jotka nostivat melkein kaikkien autojen myyntihintoja. Hallitusohjelmaan kuuluu toinen polttoaineen veronkorotus vuodelle 2013–2014 (Öljyalan keskusliitto 2011). Veron korotuksien perusteena ovat EU:n yhteisten liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttaminen, mutta osaltaan lisäverotuloja tarvitaan valtion budjetin tasapainottamiseksi.

### 5.1 Autovero

Autovero uudistettiin ensimmäisenä henkilöautoille vuonna 2008 ja pakettiautoille vuonna 2009. Suomeen tuodusta ajoneuvosta maksetaan autoveroa ennen rekisteröintiä tai käyttöönottoa, lukuunottamatta verovapaat ja alennettuun veroon oikeutetut ajoneuvot. Autoveroa kannetaan auton myyntiarvosta ja veroprosentti lasketaan auton valmistajan ilmoittaman hiilidioksidipäästön perusteella. Mikäli päästötasoa ei ole tiedossa, määräytyy veroprosentti aikaisemman verotustavan eli auton kokonaismassan ja käyttövoiman mukaan. (Autoverolaki L 1994/1482, § 6.) Verotaulukot ovat liitteenä autoverolaissa.

12,2–48,8 prosentin veron osuuskanta muuttui huhtikuusta 2012 lähtien 5,0–50,0 prosenttiin. Hiilidioksidipäästön alin verotettava raja laski 60 grammasta 0 grammaan kilometriltä, mutta yläraja 360 g/km tai sitä enemmän päästävillä autoilla säilyi ennal-

laan. (Autoverolaki L 1994/1482, § 6.) Sähköautojen autovero laski prosentuaalisesti kaikkein eniten.

Autovero voi laskea pakettiautoilla tietyin edellytyksin 6,8 - 18,7 prosenttiyksikköä pienemmäksi, mutta kuitenkin vähintään autoveroa kannetaan 5,0 prosenttia. Ras-  
kaimpien pakettiautojen veronalennuksella halutaan turvata tieliikennettä, ettei vero-  
tuksen avulla kannusteta hankkimaan liian pienen kantavuuden omaavia autoja ras-  
kaisiin kantokykyä vaativiin tarkoituksiin. (HE 192/2008).

## 5.2 Ajoneuvovero

Suomessa rekisteröityjen ajoneuvojen verotusta kutsutaan ajoneuvoveroksi, joka koostuu perusverosta ja käyttövoimaverosta. Ajoneuvoveroa maksetaan päiväkohtaisesti ajoneuvon hallinta-ajalta. Verokausi on 12 kuukautta ja se alkaa siitä päivästä, kun auto ensi- tai uudelleen rekisteröidään, taikka kun auto myydään ja verovelvollinen vaihtuu. (Ajoneuvoverolaki L 2003/128, § 5, § 8.)

1.1.2012 tuli voimaan uudet ajoneuvoveroasteikot, jotka ovat liitteenä ajoneuvovero-  
laissa. Aikaisemmin ajoneuvoveron perusosaa maksettiin alimmillaan 19,35 euroa, kun auton hiilidioksidipäästöt olivat enintään 66 g/km. Uudessa asteikossa alin hiilidi-  
oksidipäästöarvo on 0 g/km, josta maksetaan 43 euroa vuodessa. Sähköautojen ve-  
rotus nousi vain noin 20 euroa. (Ajoneuvoverolaki L 2003/128, § 10.)

Käyttövoimaveron on ajoneuvoverolain 2 luvun 11§:n perusteella perittävän ajoneuvo-  
veron osa, joka peritään muulla kuin bensiinipolttoaineella toimivalta ajoneuvolta. Puhekielessä veroa kutsutaan dieselveroksi, koska käyttövoimaveron suoritetaan eniten dieselajoneuvoista. Käyttövoimaverolla tasoitetaan bensiiniauton ja dieselau-  
ton välistä verorasitusta; dieselajoneuvot kuluttavat vähemmän ja saavat veroetua halvemman polttoaineverotuksen vuoksi. Pienempi polttoaineverotus on myös elin-  
keinopoliittisista syistä johtuva – käyttäväthän yritykset hyötyajoneuvoissa voimaläh-  
teenään dieseliä.

Vuoden 2012 loppuun asti käyttövoimaveron on 6,7 senttiä päivässä jokaista koko-  
naismassan 100 kg kohti. Vuoden alusta käyttövoimaveron porrastetaan ajoneuvon  
käyttövoiman mukaan, jolloin dieselajoneuvon vero laskee 5,5 senttiin ja sähköauton  
1,5 senttiin. Pakettiautoksi rekisteröidyn ajoneuvon veromäärä säilyy ennallaan 0,9

sentissä per 100 kilogrammaa eli tässä tapauksessa ajoneuvon käyttövoimalla ei ole merkitystä.

### 5.3 Polttoaine- ja sähkövero

Polttoainevero on moottoribensiinistä, dieselöljystä, bioetanolista sekä kevyestä ja raskaasta polttoöljystä kannettava valmistevero. Veroa kannetaan Suomessa eduskunnan säätämän lain 1472/1994 perusteella.

Uusi polttoainevero koostuu energiasisältö-, hiilidioksidi- ja huoltovarmuusmaksuveroista, jotka otettiin käyttöön 1.1.2011. Porrastuksen ajatuksena on, että ympäristöystävällisempää polttoainetta tullaan verottamaan vähemmän ja, että verotus olisi kaikilla polttonesteillä yhdenmukaista. Aikaisemmin jokaiselle polttonesteelle oli määritetty yksi kiinteä veroprosentti. Polttoainevero määritellään edelleen sentteinä polttonestelitraa kohti eli prosentuaalisesti veron määrä muuttuu polttoaineen hinnan vaihtuessa. Yhteensä bensiinistä kerättävä vero on 65,04 senttiä ja dieselistä 46,95 senttiä litralta. Veronkorotusta tehtiin tämän vuoden alusta bensiinin 2,34 senttiä ja dieselin veronousi edellisenä vuonna päätetyn 7,9 sentin korotuksen lisäksi 2,65 senttiä.

Myös sähköllä on valmistevero eli sähkövero, josta 23 prosentin arvonlisäveroton osuus on kotitalouksille 1,703 snt/kWh ja teollisuudelle 0,703 snt/kWh. (Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta L 1996/1260, § 6).

### 5.4 Mitä tulee huomioida verotuksessa?

Valtio säilyttää sähköautot edelleen verovelvollisuuden alaisuudessa verottamalla nollapäästöistä, vaikkakin rahallisesti niiden verot laskevat. Siihen liittyen, Eduskunnalle jätettiin lakialoite verotuksen lisäkeventämisestä heinäkuussa 2012, jolla halutaan poistaa kokonaan sähköajoneuvojen rekisteröinnistä perittävä autovero sekä madaltaa käyttövoimaveron määrää 1,5 sentistä 0,5 senttiin ajoneuvon 100 kilogrammaa kohti (LA 42/2012 vp). Perusteluissa todetaan, että koska sähköajoneuvojen kanta on vielä mitätön, esitetyillä verohelpotuksilla ei ole valtiontalouden verokeräytymän kannalta merkitystä. Verokevennys helpottaa sähköautojen kilpailukykyisyyttä laskemalla nykyään vielä korkeata hintatasoa. Sähköautoa verotuksellisesti suosiesaan lainsäätäjä luo taloudellisen motivaation sähköautoteknologian kehittämiseksi, kuten akkujen koon, latautumisaajan, lataamisväliaikojen ja tuotantokustannusten suhteen.

Todellisuudessa vaikutukset jäisivät rahallisesti sähköajoneuvon hankkijalle varsin mitättömäksi, sillä viiden prosentin autoveron poisto laskisi sähköauton hintaa korkeintaan parilla tuhannella eurolla. Sitä paitsi, käyttövoimaveron alentaminen ei vaikuttaisi niihin sähköajoneuvoihin, jotka ovat rekisteröity pakettiajoneuvoksi. Muutoksia koskeva käsittely on vielä kesken, joten tässä tutkimuksessa käytetään laskelmissa ainoastaan lakiin hyväksyttyjä verotusperusteita.

Ennen sähköajoneuvon hankintaa, kannattaa tarkastaa maahantuojaalta, ilmoitetaanko rekisterissä ajoneuvon ominaishiilidioksidipäästöt. EU-tyyppihyväksyntää koskeva lainsäädäntö ei nimittäin edellytä autonvalmistajaa mittaamaan tai ilmoittamaan sähköautojen päästöjä (Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi autoverolain muuttamisesta HE 57/2011). Tässä tapauksessa sähköautoa kohdellaan verotuksessa kokonaismassaan perustuvasti, jolloin autoveron ja vuosittaisen ajoneuvoveron perusosan kustannukset nousevat.

Verohallinto ei ole antanut virallista ohjeistusta siitä, onko liiketoiminnassa käytettävän sähköajoneuvon sähkön arvonlisäverollinen osuus vähennyskelpoista menoa. Nykyisellään sähköverosta perittävä arvonlisävero voidaan tulkita rinnastettavaksi samoin perusteluin liiketoiminnan vähennyskelpoisiksi menoiksi, kuten polttoaineen arvonlisävero. Tätä tulkintaa voidaan perustella silläkin, että tarvikkeiden ja huollon arvonlisäverolliset osuudet ovat ajoneuvon käyttövoimasta riippumatta vähennyskelpoista kulua (Arvonlisäverolaki L 1993/1501, § 102 momentti 1).



## 6 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön soveltavana osuutena on tehty esimerkkilaskelmat sähkö- ja dieselajoneuvon kustannuksista, joiden avulla kuvataan ja havainnollistetaan tutkimuksessa saadut tulokset sekä analysoidaan niitä. Tulosten raportointi alkaa esittelemällä tutkimukseen valittu ajoneuvomalli, joka soveltuu kaikilta kriteereiltään opinnäytetyön tavoitteeseen. Tämän jälkeen selostetaan kustannusten laskentaperusteista, jotka on havaittu teoriassa tuotujen tietojen avulla ja ajoneuvomallin ominaisuuksiensa sekä haastattelujen avulla. Kustannuslaskelmien muodostaminen pohjautuu edellä kuvattujen tietolähteiden yhdistämisellä ja kustannusten eroavaisuudet ja yhtäläisyydet esitetään sanallisessa ja kuvallisessa muodossa. Luvun lopussa arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta.

### 6.1 Ajoneuvoesittely: Vito E-Cell

#### 6.1.1 Saatavuus

Mercedes-Benz Vito E-Cell on maailman ensimmäinen sarjatuotannossa oleva sähköpakettiauto. E-Cell tai tutkimuksessa lyhyempänä viittauksena E-Vito valmistetaan suoraan dieselmoottorisella varustetusta, akseliväliltään 3 200 millimetrin keskipitkän korimallista ja erot autojen välillä ovat lähes olemattomat. Autot tehdään Vitorian kaupungissa Espanjassa muiden Vitojen kanssa. Ensimmäiset 100 ajoneuvoa on ollut asiakkailta koekäytössä Berliinissä ja Stuttgartissa. Yhteensä 2 000 kappaleen ajoneuvosarja tullaan viemään Saksan markkinoiden lisäksi Ranskaan, Iso-Britanniaan, Alankomaihin, Espanjaan, Tanskaan, Ruotsiin sekä Suomeen. (Veho 2011.)

Suomessa hyötyajoneuvoja maahantuova Veho Group vuokraa ajoneuvot yritysasiakkaille neljäksi vuodeksi, ja jokaisella autolla ajetaan noin 80 000 kilometriä. E-Vito on ensisijaisesti suunniteltu kaupunkialueiden jakeluliikenteeseen, koska ajoneuvo ei tuota melua tai päästöjä. (Veho 2011.) E-Vitoa on saatavilla Veho Group erikoisajoneuvomyyntin ja KehäVehon pakettiautomyyntin kautta asiaan perehdytetyiltä automyyjiltä. Järjestelyllä pyritään varmistamaan, että autolle ajateltu käyttötarkoitus on realistinen auton ominaisuuksiin nähden. Pääkaupunkiseudun lisäksi autoja on tilattu Poriin, Lahteen, Lappeenrantaan, Turkuun, Mäntsälään ja Kuopioon. Ensimmäiset 12 pakettiautoa luovutettiin asiakkaille 30.10. Espoossa ja vuoden 2012 aikana on tar-

koitus ottaa käyttöön noin 40 E-Cell Vitoa. (Salminen 2012; Sähköinen liikenne 2012.)

Kuopion kaupunki sekä Kuopion Energia osallistuvat Työ- ja elinkeinoministeriön ja Tekesin järjestämään Sähköinen liikenne- ohjelmaan. Kuvassa 3 on Kuopion kaupungin käyttöön ottama E-Vito, joka esiteltiin yleisölle kaupungintorilla. Seuraavan neljän vuoden aikana Kuopion liikenteessä on kaksi sähköversiolla varustettua Vitoa. Kuopion Kaupunki suunnittelee E-Viton käyttöä puistoissa, yleisten alueiden puhtaanapidossa ja kiinteistöjen ulkoaluetöissä. Kuopion Energia taas kaavailee oman E-Viton käyttöä sähkökaapeloinnissa. (Komulainen 2012, 15.)



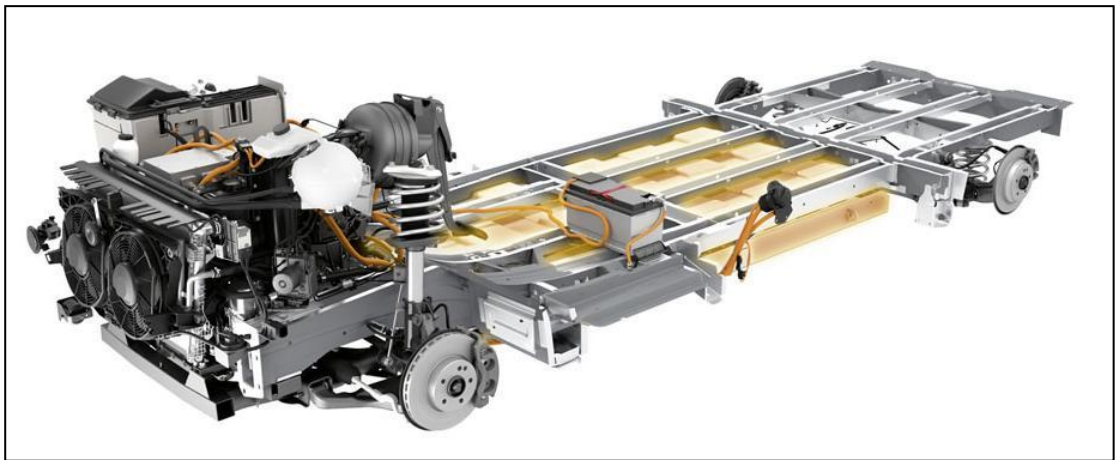
Kuva 3. Kuopion Kaupungin hankkima Vito E-Cell esittelyssä Kuopion torilla 14.11.2012.

#### 6.1.2 Ominaisuudet

E-Viton toimintamatka on olosuhteista riippuen enintään yhdellä latauksella noin 130 kilometriä. Jakeluliikenteen tavara-autoilla ajetaan tyypillisesti 50–80 kilometriä päivässä, joten akkujen kapasiteetin pitäisi riittää erinomaisesti jopa talvella. Huippuno-

peus on rajoitettu 80 kilometriin tunnissa, mikä takaa akkujen mahdollisimman pitkän kestoian. Toimintamatkan pidentämiseksi akut latautuvat lisäksi hiljennettäessä vauhtia ja moottorijarrutuksen aikana. (Veho 2011.)

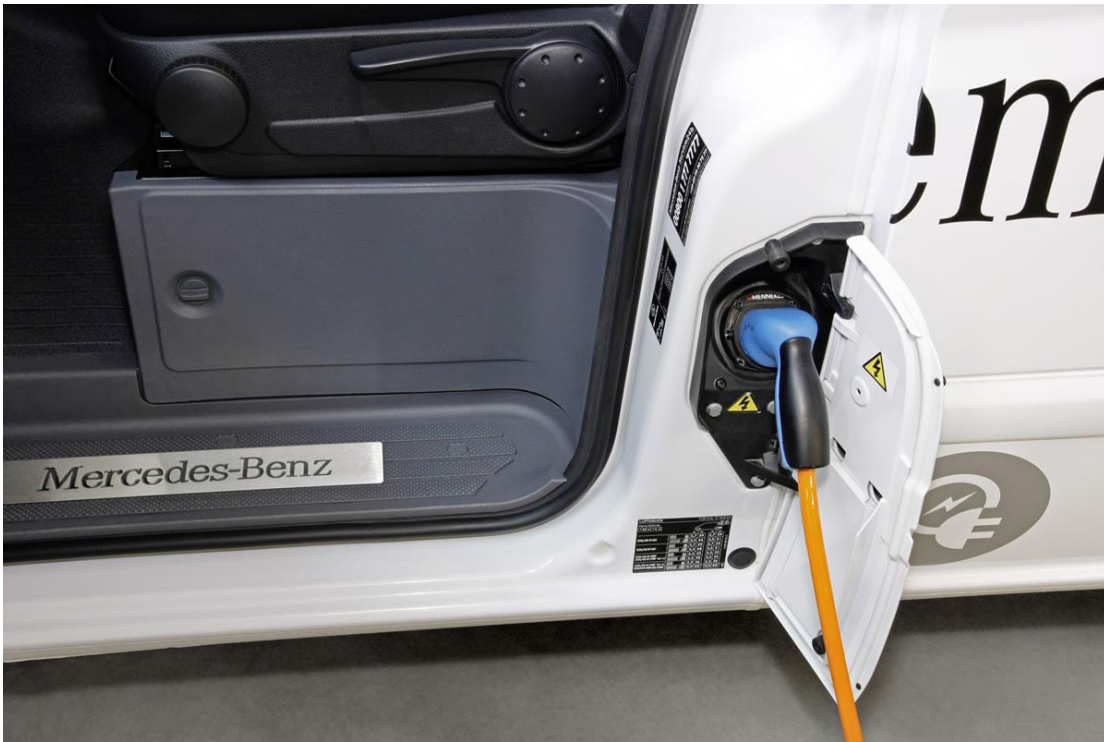
Kuva 4 havainnollistaa ajoneuvon pääkomponenttien sijoittelua. 550 kilon akusto on sijoitettu lattian alle, jotta tavaratilan hyötykuorma on saatu säilymään normaalin Viron 900 kilon luokassa. Tämä selittää E-Cellin etuvedon, koska auton alle ei ole riittänyt tilaa voimansiirtokomponenteille samalla tavoin kuin dieselmalliin, jotka ovat takatai nelivetoisia. (Vitikka 2012, 46–47.)



Kuva 4. Moottori, akut ja latauspistoke. Valokuva Mercedes-Benz 2011.

550 kilon akusto on sijoitettu lattian alle, jotta tavaratilan hyötykuorma on saatu säilymään normaalin Viron 900 kilon luokassa. Tämä selittää E-Cellin etuvedon, koska auton alle ei ole riittänyt tilaa voimansiirtokomponenteille samalla tavoin kuin dieselmalliin, jotka ovat takatai nelivetoisia. (Vitikka 2012, 46–47.)

Litium-ioniakun 36 kWh:n kapasiteetista 90 prosenttia käytetään auton liikuttamiseen (Veho 2011). Talvella ohjaamon sisätilan lämmittäminen tapahtuu 4 kilowatin tehoisella lämmityslaitteella, joka lämmittää jäähdytysnestettä. Jäähdytysneste kierrätetään normaaliin tapaan ohjaamon lämmönvaihtimelle, joten lämmintä ilmaa saadaan perinteiseen tapaan ohjaamoon ilmasuulakkeiden kautta. Kovimmallakaan pakkasella lämmittintä ei tarvitse käyttää koko aikaa ja auto olisikin hyvä esilämmittää joko tavallisella sisätilanlämmittimellä tai säilyttämällä auto sisätiloissa. (Salminen 2012.)



Kuva 5. Akun latauspistoke kuskin puolella, jossa normaalisti sijaitsee polttoainetankin täyttöaukko. Valokuva Mercedes-Benz 2011.

Kuvassa 5 näkyvällä latauspistokkeella voidaan johtaa kahta eri syöttövirtaa. Lataaminen onnistuu noin viidessä tunnissa erikseen asennettavalla latausasemalla, joka antaa 380/400 voltin syöttövirran. Tavallisella 230 voltin pistokevirralla latausaika kaksinkertaistuu. Tarvittavien latausvälien ja -aikojen helpottamiseksi E-Vitot on varustettu älykkäällä latauksen ohjausyksiköllä (Smart Charge Communication Unit). Tämä vähentää kustannuksia, koska lataukset voidaan ajoittaa esimerkiksi halvan yösähkön tai verkon alhaisen kuormitustason mukaan. Tällä on vaikutusta Vito E-Cellin elinkaarensa aikana synnyttämiin kokonaispäästöihin sekä akkujen kestoikään. Akkujen on arvioitu kestävän noin 12 vuotta ja 3 000 latauskertaa, mikä teoriassa tarkoittaisi 130 kilometrin yhtämittaisella ajosuoritteella 390 000 kilometriä. (Veho 2011, Daimler 2011.)

Ennen sarjatuotannon aloittamista Vito E-Cell testattiin -30 asteen arktisissa oloissa, Arjeplogissa Ruotsin Lapissa ilman ongelmia. E-Vitolle suoritettiin samat ajo- ja käsittelytestit, jotka suoritetaan normaaleille Vitoille. Erilaisissa käsittely-, mutka- ja jarrutustesteissä tutkittiin turvallisuusjärjestelmien, ajotuntuman ja jousituksen toimintaa. Lisäksi kokeissa arvioitiin jarrutusenergian talteenottoa. Turvallisuusvarustukseen kuuluu muiden Vitojen tapaan ESP- ajovakauden hallintajärjestelmä, ABS-jarrut sekä kuljettajan turvatyyny. (Veho 2011.)

## 6.2 Taustatiedot laskentaperusteista

Tutkimuksessa on valittu vertailun kohteeksi tavallisella dieselmoottorilla varustettu Mercedes-Benz Vito ja sähkömoottoriversio Vito E-Cell. E-Vitot vuokrataan täydellä huoltoleasingosopimuksella neljän vuoden ja 80 000 kilometrin ajomäärän ajaksi, joten nämä suorite- ja aikakriteerit ovat kustannuslaskelmien rajoittavina tekijöinä. Kustannukset on saatu Mercedes-Benzin kesäkuun 2012 huoltohinnastosta sekä Vitoja maahantuovan Veho Group Oyj:lle lähetetyn kyselyn perusteella. Kyselyn runko on esitetty liitteessä 1. Kysely lähetettiin kirjallisena Myyntijohtaja Antti Puolakaiselle, jonka yhteystiedot oli kirjattu Vehon internet -sivuilla E-Vitojen lisätieto-osioon. Hyötyajoneuvojen kehityspäällikkö Asko Salminen Espoosta toimi Vehon puolelta yhteyshenkilönä, joka lähetti sähköpostiviestillä vastaukset Vitoja koskeviin kysymyksiin.

Leasingosopimuksen lisäksi tutkimuksessa on tarkasteltu mahdollisia kokonaiskustannuksia, jos ajoneuvot ostetaan omaan käyttöön. Tämä siksi, koska huoltoleasingosopimus kattaa huolto-ohjelman mukaiset huollot kuluineen valtuutetulla merkkikorjaamolla, kuten myös auton arvon alentumisen. Näin kaikki ajoneuvoille tehtävät huolto- toimenpiteet ja korjauskulut saadaan paremmin tarkastelun kohteeksi. Molemmista hankintatavoista on muodostettu omat kustannuslaskelmat.

Vertailussa ei ole tuotu esiin kaikkia todellisia ajoneuvoille kohdistuvia menoja, vaan ainoastaan on keskitytty tarkastelemaan tekniikasta aiheutuvia kustannuseroja. Sen lisäksi, tutkimuksessa on jätetty huomioimatta ajo-olosuhteiden muuttumista, kuten reittien tai vuodenaikojen vaihtelua, koska muuttujia on paljon. Samoin lämmityskustannukset on jätetty laskelmissa huomioimatta. Laskelmissa päädyttiin käytännönläheiseen laskentatapaan muotoilemalla kustannukset kokonaispitoajalle, sillä niiden jaksottaminen käyttövuosille ei olisi tuonut mitään lisähyötyä. Kiinteät ja muuttuvat kustannukset on laskettu ajoneuvon pitoajalle vuosille 2012–2016. Ajoneuvoverossa on huomioitu veromuutos, joka tulee voimaan vuoden 2013 alusta. Lopuksi kokonaiskustannukset on tarkennettu kilometriä (€/km) ja kuukautta (€/kk) kohti.

### 6.2.1 Hankinta- ja jälleenmyyntiarvo

Diesel-mallien ohjeelliset myyntihinnat päivitetään neljännesvuosittain ja ne ovat saatavilla Mercedes-Benzin kotisivuilta. 1.9 alkaen voimassa olevat myyntihinnat on esitetty liitteessä 2. Ajovalo.net -sivuilla on puolestaan kattava ajoneuvojen jälleenmyyn-

tiarvoja kuvaava lista, josta on saatu laskettua Viton keskimääräinen neljän vuoden arvon putoaminen.

Veho-konserni ei ottanut kantaa E-Cell Viton mahdolliseen myyntihintaan tai jälleemyyntiarvoon. Tästä syystä tutkimuksessa on sovellettu hankintahinnan muodostumista vähentämällä leasingsopimuksen hinnasta huolto- ja rengaskustannukset. Jälleemyyntiarvo on arvioitu kappaleessa 4 esitettyjen tietojen perusteella.

E-Cellit kuuluvat Työ- ja elinkeinoministeriön hyväksytyjen ajoneuvojen investointituen piiriin, joten leasingkustannuksissa otetaan huomioon tuen vaikutus kokonaiskustannuksiin. Maksimi tuen määrä ei kuitenkaan voi olla 30 prosenttia, sillä ensimmäiset E-Vitot ovat käytössä vuodesta 2012 ja investointitukea myönnetään vuoteen 2015 asti. Niinpä maksimaalinen tuki voi olla enintään 22,5 prosenttia leasingsopimuksen hinnasta.

#### 6.2.2 Vakuutushinnoittelu

Kappaleessa 4.3.3 käsiteltiin ajoneuvojen liikennevakuutuksia. Salminen kommentoi, ettei usko Vitojen liikennevakuutusten eroavan toisistaan, mutta ei vastannut tarkemmin mahdollisista hintatasoista. Vakuutusmaksuja ei ole otettu mukaan leasingsopimuksen hinnoittelussa, joten Vitojen asiakkaat huolehtivat itse ajoneuvon vakuuttamisesta. Siksi suurimmille vakuutusyhtiöille lähetettiin sähköpostilla vapaamuotoinen kysely. Lähtötietoina annettiin Vitojen suunniteltu ajomäärä, pitoaika sekä käyttötarkoitus, ja jotta hintojen eroihin ei vaikuta maantieteellinen sijainti, lisättiin oletuskaupungiksi Helsinki. Samalla vakuutusyhtiöiltä kysyttiin tarkemmin, mitkä tekijät mahdollisesti vaikuttavat hintojen eroihin ja tämän vuoksi kyselyyn liitettiin E-Cell mallien tekniset tiedot. Kyselyn muotopohja on liitteessä 3.

Kahdeksasta vakuutusyhtiöstä kyselyyn vastasi puolet: Pohjantähti, Lähivakuutus, Pohjola ja Turva. Vastaamatta jättivät Tapiola, Tryg, Fennia ja If. Sähköpostiviesteillä annettujen vastausten perusteella kävi ilmi, että vakuutusyhtiöt eivät ole vielä valmistauneet sähköautojen yleistymiseen, ainakaan yrityskäytössä. Jokaisella vastaaneella yrityksellä oli erilaiset maksuperustelut; Lähivakuutus ja Pohjantähti ilmoittivat, että hinnastoissa ei lainkaan eritellä ajoneuvon sähkö- ja polttomoottorikäyttöisyyttä, kun taas Pohjolassa vain henkilöajoneuvoille tarjotaan edullisempaa liikennevakuutusta (vertaa kappale 2.2). Tällä hetkellä pakettiautojen maksuperusteena käytetään

painoluokkia, mutta Pohjolassa arvioitiin, että tulevaisuudessa saatetaan ajoneuvon käyttövoima ottaa huomioon myös pakettiajoneuvoluokassa.

Turva perusteli, että koska sähköautojen riskikäyttäytymisestä ei ole vielä tarpeeksi tietoa, tarjotaan niille alhaisempia vakuutuksia. Turva hinnoittelee sähköautot edullisimman maksuluokan mukaan ajoneuvoluokasta riippumatta. Ainoa ehto alhaisemman vakuutushinnoittelun saamiseksi on se, että liikkeenharjoittajat eivät käytä ajoneuvoa kuljetustoiminnassa.

Vastausten perusteella Vitojen liikennevakuutusmaksut ovat niiden käyttötarkoituksensa perusteella täysin samat (taulukko 1). Kustannuslaskelmassa liikennevakuutuksen hintana on käytetty annettujen vastausten keskiarvoa. Pohjantähti ei ilmoittanut Vitojen hintatasoa.

<b>Liikennevakuutus</b>	<b>(alv 0 %)</b>
Lähivakuutus	571,70 €
Pohjola	1 291,00 €
Turva	616,70 €
<b>keskiarvo</b>	<b>826,50 €</b>

Taulukko 1. Vitojen liikennevakuutus.

### 6.2.3 Huollot

Huoltokustannukset on jaettu niin, että kiinteät huoltokustannukset perustuvat valmistajan huoltokaavion ilmoittamiin vaihtoväleihin. Muuttuvia kustannuksia ovat huolto-  
toimenpiteet, joiden ajankohtaa ei pystytä tarkalleen sanomaan, mutta tiedetään, että osien kulumisesta johtuen ne joudutaan tekemään 80 000 kilometrin ajomäärän aikana. Seuraavassa on Viton (Mercedes-Benz 2010, 16) huoltovihkoon merkitty ohjeistus, kuinka huoltoväli valitaan käyttötarkoituksen mukaan:

Auton normaalikäyttö:

- moottoriteillä ja suorilla maanteilla
- alueliikenteessä ja maantieliikenteessä
- suurkaupungeissa ja taajamissa

Auton kovakäyttö:

- paljon usein toistuvia pysähtymisiä ja liikkeellelähtöjä
- säännöllinen ajo päällystämättömillä teillä
- erittäin lyhyet ajomatkat (esimerkiksi jakeluliikenne)



Koska E-Vitot on ensisijaisesti suunniteltu otettavaksi käyttöön kaupunkiliikenteeseen, käytettiin huoltokustannusten laskennassa auton kovakäyttöön esitettyä huoltokaaviota. Huolto-ohjekirjan mukaan (Mercedes-Benz 2010, 17–18) kovassa käytössä dieselmoottorilla varustetun Viton perushuollot suoritetaan 15 000 kilometrin välein, jolloin vaihdetaan moottoriöljy ja öljynsuodatin. Vaihteistojen ja vetopyörästöjen öljyjen sekä jäähdytysjärjestelmän nesteiden määrät tarkastetaan ja tarvittaessa vaihdetaan. Laajempi huolto, johon sisältyy perushuollon lisäksi polttoaine-, ilman- ja sisäilmansuodattimien vaihdot, tehdään 30 000 kilometrin välein. Erikseen suoritettiin lisätöihin kuuluvat jarrunesteiden- ja automaattivaihteiston öljynvaihto sekä hehkutulppien vaihto. Yhteensä 80 000 kilometrin käyttömatkalla normaali Vitolle suoritetaan suunnitellusti viisi huoltoa.

E-Vitolle huollot suoritetaan 25 000 kilometrin välein eli yhteensä ajoneuvo käy suunnitelluissa huolloissa kolme kertaa (Salminen 2012). Taulukkoon 2 on koottu vertailun vuoksi Vitojen huoltokaaviovälit. Molempien ajoneuvojen huoltotoimenpiteet sekä osien vaihtomäärät esitetään tarkemmin liitteen 4 huoltokustannuslaskelmassa.

Ajoneuvo	Huoltoväli/tkm					Huolto (krt)
<b>Vito</b>	15	30	45	60	75	<b>5</b>
<b>E-Cell</b>	25		50		75	<b>3</b>

Taulukko 2. Huoltokaavio ajosuoritevälein.

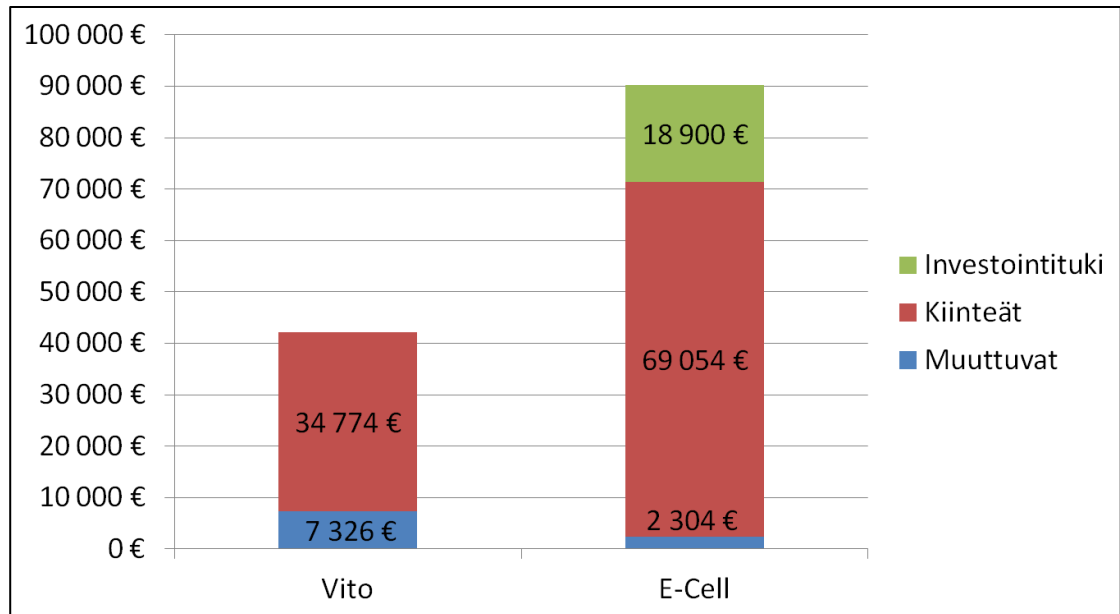
Vitot on mahdollista saada Aktiivisella huoltojärjestelmällä Assyst. Se ilmoittaa ajoneuvon käyttörasituksen mukaan, milloin ajoneuvo täytyy huoltaa. Vitoon on sijoitettu erilaisia antureita, jotka mittaavat muun muassa jäähdytysnesteen lämpötilaa sekä moottorin kuormitusta. Järjestelmän ansiosta käyttäjä on tietoinen ajoneuvon kunnosta ja pidemmät huoltovälit ovat mahdollisia. Tällöin normaalia huoltokaaviota ei tarvitse noudattaa. (Mercedes-Benz 2010, 13.)

## 6.3 Tulosten analysointi

### 6.3.1 Kustannukset vuokrasopimuksella

Kuviossa 7 on esitetty Vitojen kokonaiskustannusten jakautuminen kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Tarkemmat kustannuslaskelmat on esitetty liitteessä 5.





Kuvio 7. Ajoneuvon kokonaiskustannukset leasingsopimuksella vuosille 2012–2016.

Ajoneuvojen kustannusrakenteesta huomataan, että suurin kustannusluokka on kiinteät kustannukset. Ne aiheuttavat dieselmallissa 35 000 euron ja sähkömallissa 69 000 euron kustannukset. E-Cellin investointituki vähentää kiinteitä kustannuksia 19 000 eurolla. Ajoneuvoverot ja katsastusmaksut ovat E-Cellin osalta edullisempia, mutta leasingsopimuksesta perittävä maksu nostaa kiinteiden kustannusten osuuden selvästi dieselmallia korkeammaksi (liite 5).

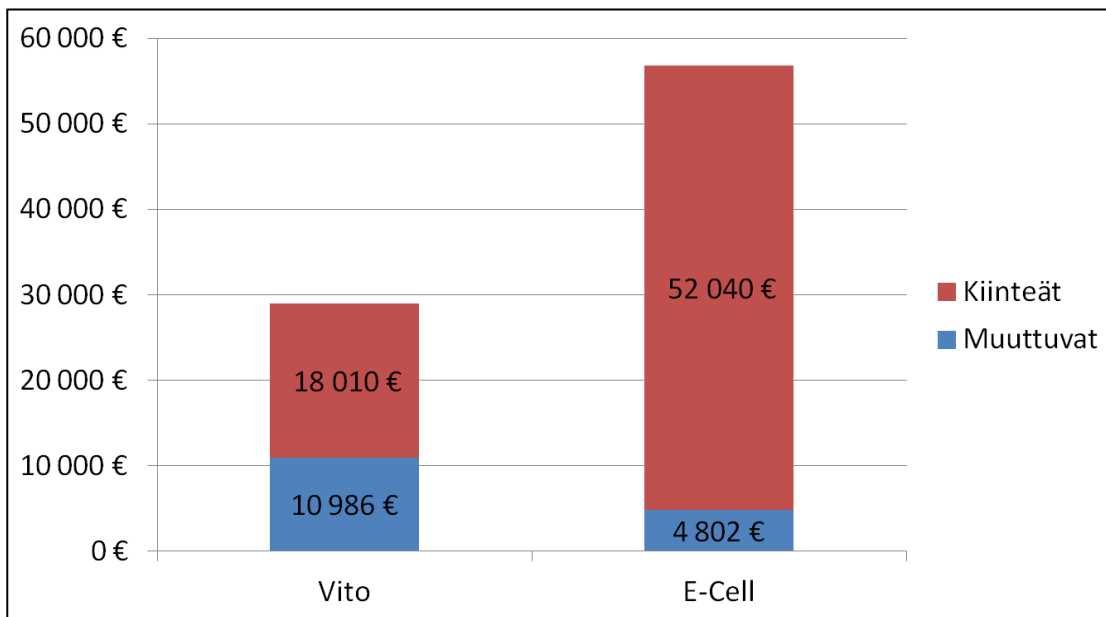
Muuttuvat kustannukset muodostuvat ainoastaan polttoaineen ja sähkön kulutuksesta, koska huolto- ja voiteluaine- sekä rengaskustannukset sisältyvät leasingvuokraan kiinteissä kustannuksissa. Muuttuvat kustannukset ovat siis pelkästään polttoainekustannuksena 7 300 euroa ja sähkökustannuksena 2 300 euroa (liite 5). Tässä tulee esiin selvästi sähköajoneuvon edullinen käyttömahdollisuus, sillä polttoaineen kustannukset ovat lähes nelinkertaiset kalliimman hinnan ja ankaramman verotuksen vuoksi.

Taloudellisesti huokeammat käyttökustannukset sekä investointituki eivät kuitenkaan kompensoi paljolti E-Cellin korkeaa pääomakustannusta, joka havaitaan korkeasta vuokraushinnasta. E-Viton leasingsopimuksen hinta ilman tukea on 2,8-kertaa Vitoa suurempi. Pitää muistaa, että kyseessä on asiakkaille suunnattu testikäyttö, jonka aikana kerätään tietoja E-Vitojen toiminnasta. Mercedes-Benz- konsernissa on katsottu, että sähköautojen tekniikka tulee kehittymään niin nopeasti, ettei teknisesti mahdollisesti vanhentuvia autoja haluta jättää pidemmäksi aikaa liikenteeseen (Vitik-

ka 2012, 47). Asiaa tarkemmin pohtimalla voidaan päätellä, että vuokralla pyritään kattamaan ajoneuvon teoreettista hankintahintaa sekä muuta rahallista menetystä, koska ajoneuvoja ei myydä tai vuokrata eteenpäin. Valtion tuella E-Viton kokonaiskustannukset laskevat 90 000 eurosta 71 000 euroon, eli kuukausittain E-Vitoon tarvittava pääoma vaatii päälle 600 euroa Vitoa enemmän.

### 6.3.2 Kustannukset ostamalla

Myös tässä kuviossa on samalla tavoin graafisesti tiivistetty kustannukset kiinteisiin, muuttuviin ja niiden kokonaiskustannuksiin. Liitteessä 6 on taulukko kokonaiskustannuksista, johon sisältyy tiivistetysti huoltokustannukset. Ne on esitetty tarkemmin liitteessä 4.



Kuvio 8. Ajoneuvon kokonaiskustannukset ostamalla vuosille 2012–2016.

Kustannuksista nähdään, että kiinteät kustannukset ovat leasingsopimuksen tavoin suurin kustannusluokka molemmilla ajoneuvoilla. Dieselmallin kiinteät kustannukset ovat 18 000 euroa ja E-Viton kiinteät kustannukset 52 000 euroa. Vakuutus-, katsastus- ja ajoneuvoveromaksut eivät muutu leasingsopimuksesta, joten kiinteät kustannuserot muodostuvat hankintahinnasta ja arvon alenemisesta. Rahallisesti E-Viton arvo alentuu 12 600 euroa enemmän ja jälleenmyynnistä aiheutuu noin 35 000 euron häviö verrattuna dieselmalliin (liite 6). Kiinteät kustannukset ovat yhteensä yli 34 000 euroa enemmän E-Vitossa.

Koska ajoneuvot hankitaan tässä arviossa ostamalla, lisätään muuttuviin kustannuksiin huolto- ja voiteluaine- sekä rengaskustannukset. Muuttuvat kustannukset ovat täten hieman enemmän kuin leasingsopimuksella; dieselversiossa 11 000 euroa ja sähköversiossa 4 800 euroa. Pääosin kustannuserot syntyvät energia- ja huoltokustannuksista, koska ajoneuvon käyttövoimalla ei ole vaikutusta rengaskustannuksiin. Halpa sähkö ja sähkömoottorin niukempi huoltoväli toimenpiteineen laskevat E-Cellin käytöstä aiheutuvat kustannukset selvästi Vitoa edullisemmaksi (liite 6).

Lopuksi havaitaan, että ostamalla muuttuvissa kustannuksissa saavutetut taloudelliset hyödyt eivät kompensoi kiinteitä kustannuksia. Mikäli arvioitu hankintahinta ja oletettu arvon aleneminen pitävät paikkansa, jäävät sähköauton kokonaiskustannukset 27 800 euroa suuremmaksi. Kuukausitasolle kohdistettuna E-Viton kokonaiskustannukset vaativat 600 euron lisäpääomaa. Kokonaiskustannukset ovat täten dieselmallissa 29 100 euroa ja sähköversiossa 56 900 euroa (liite 6).

Euromääräisesti ajoneuvojen hankinta ostamalla on laskelmien perusteella kannattavampi vaihtoehto. Jos ajoneuvojen kokonaiskustannusten eroja tarkastellaan prosentuaalisesti, käy ilmi, että E-Cellin kokonaiskustannukset ovat sekä ostamalla että leasingillä noin kaksinkertaiset.

#### 6.4 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Kyselyiden osalta tulokset olivat melko luotettavia, koska tutkimuksessa tutkittiin tiettyä kohdetta eli tässä tapauksessa moottoriajoneuvoa. Kysymykset liittyivät Vitojen yksilöllisiin suorittekykyihin ja arvoihin, jotka kulumisesta huolimatta säilyvät melkein samana vuosien päästäkin, pois lukien ajoneuvon jälkiperäiset muokkaukset. Vastaajat eivät ole täten myöskään voineet tulkita kysymyksiä toisin, kuin mitä alun perin haluttiin kysyä. Vastausten vaihteluun voi vaikuttaa taloudellisissa kysymyksissä tutkimusajankohdan kustannushintataso. Ainoastaan vakuutuskyselyiden luotettavuutta heikentävät vastaajien määrä sekä vastausten hajaaminen. Luotettavuuden parantamiseksi kyselyrungot esitetään alkuperäisessä muodoissaan opinnäytetyön liitteissä.

Vitojen laskentamallit ovat suuntaa antavia eivätkä välttämättä anna täysin oikeaa kuvaa kustannusvaikutuksista. Osa kustannuksista jätettiin tarkoituksella ulkopuolelle ja jotkut kustannuksiin sisältyvät tiedot perustuvat arvioihin. Joidenkin arvioiden taustaksi olisi toivottu saavan enemmän tietoa nykyhetkistä kustannuksista. On siis

huomioitava, etteivät ainakaan E-Vitojen kustannuslaskelmat välttämättä vahvista kaikkia teoriaan perustuvia väittämiä.

Nimenomaan ostamalla arvioidut kokonaiskustannukset eivät ole niin luotettavia kuin ne tiedot, joita saatiin maahantuojalta huoltoleasingsopimuksen kustannusten arviointiin. Hankintahinta ja jälleenmyyntiarvo vaikuttavat oleellisesti ajoneuvon kokonaiskustannusten määrään, ja nämä tiedot jäivät E-Viton osalta puutteellisiksi. Tästä ei kuitenkaan ole työn tavoitteisiin nähden koitunut haittaa, sillä kustannuslaskelmien tavoitteena oli pelkästään havainnollistaa hankinnasta ja käytöstä syntyviä kustannuseroja, joihin vastataan melko hyvin. Siitä syystä hankinta- ja jälleenmyyntiarvojen epäselvyys ei vaikuta oleellisesti opinnäytetyön kokonaistulokseen.

Joka tapauksessa laskentamallien mittarit perustuvat vahvasti teoriataustaan, ja tutkimus on annetuilla tiedoilla varsin hyvin toistettavissa. Teoria osuu sopii yleisesti kuvaamaan sähköajoneuvojen kustannuksia ja niiden hankinnan arviointia. Vitojen osuutta voi soveltaa lukuja muuttamalla, muiden sähköajoneuvojen kustannuksia laskiessa. Laskentamallien pohjana on käytetty aikaisemmin hyväksyttyjä laskentaperiaatteita, joten niitä voidaan pitää pätevinä. Pätevyyttä onkin yritetty kohentaa ilmaisemalla ja kuvaamalla tutkimuksen eri vaiheet mahdollisimman tarkasti ja hyödyntämällä uusinta, saatavissa olevaa lähdeaineistoa.

Hyvän kuvauksen kustannusten arvioimisesta antaa Oksanen (2004, 29), joka selittää sen näin: *”Kaikissa käytännön tilanteissa ei ole mahdollista tehdä yksityiskohtaisia laskelmia. Joskus on turvauduttava karkealla tasolla tehtävään kustannusten arviointiin, joka perustuu yleiseen kustannustietouteen sekä kustannusrakenteen ja sen muutosten ymmärtämiseen. Tämä ymmärrys kehittyy vain tekemällä kustannuslaskelmia.”* – *”Riittävä kustannuslaskentateorioiden hallinta muodostaa kuitenkin perustan kaikille kustannuslaskennan hyväksikäyttötehtäville.”*

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa on tarkoitus koota vielä tiiviisti yhteen tutkimuksessa havaitut tulokset sekä pohtia niiden merkitystä. Samalla selitetään tutkimuksen tekemiseen liittyneitä onnistumisia ja haittaavia tekijöitä. Lopuksi arvioidaan tutkimuksen jatkoselvitysmahdollisuuksia.

Tämä opinnäytetyö on ensimmäinen Suomessa, jolla ajoneuvon käyttövoimien vertailua ja erityisesti sähkömoottoria on tarkasteltu liiketalouden näkökulmasta. Opinnäytetyötä aloittaessa työn lähtökohdat olivat selvät ja tavoitteet toteutuvat tarkoituksen mukaisesti. Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli, kuinka sähköajoneuvon kokonaiskustannukset poikkeavat polttomoottoriajoneuvon kustannuksista, ja mitkä ovat ne käytännön syyt, jotka vaikuttavat kustannusten eroihin. Tutkimuksessa tuodaan esiin poltto- ja sähköajoneuvon kustannuksien eroavaisuudet ja syyt. Samalla esitetään ja huomioidaan mahdollisia sähköautojen käyttöä koskevia rajoittavia tekijöitä. Kustannuslaskelmat saadaan muodostettua tarkastelun kohteiksi valituille Vito pakettiajoneuvomalleille.

Tutkimuksen ja laskelmien mukaan sähköajoneuvo on käytössä tekniikaltaan suotuisampi vaihtoehto kuin polttomoottoriauto. Tämä ilmenee edullisina huoltoina, koska sähkömoottoria ei käytännössä tarvitse huoltaa samalla tavoin kuin polttomoottoria. Sähköajoneuvoissa on myös vähemmän kuluvia osia; pakoputkistoa ei ole ja mekaaniset osat, kuten kytkin sekä vaihteisto on suunniteltu sähköisiksi. Päästöttömyyden ansiosta myös katsastuskustannukset laskevat sekä vuosittaiset ajoneuvoverot ovat alhaisemmat. Kaikkein eniten käyttökulujen edullisuus konkretisoituvat sähköön ja polttoaineen hintaerossa. Lataamiseen vaadittavat toimenpiteet eivät lisää alussa kustannuksia merkittävästi ja vakuutusmaksut ovat ainakin parissa vakuutusyhtiössä edullisemmat, kun puhutaan henkilöajoneuvoluokasta.

Sähköautojen kustannukset ovat kuitenkin kokonaisuudessaan 2–3 kertaa polttomoottorimalleja suuremmat, mikä selittyy akkujen korkeasta valmistuskustannuksesta ja toimintakyvystä. Muutaman vuoden käytöllä sähköauto ei vielä ohita polttomoottoria otollisena vaihtoehtona. Pitkällä aikavälillä edulliset käyttökustannukset tasoittavat korkeaa hankintakustannusta, jolloin jossakin vaiheessa sähköauton kustannukset kääntyvät polttomoottoria edullisemmaksi. Tällainen tilanne ei vielä kuitenkaan toteudu, koska akkujen elinikä on polttomoottoria matalampi ja niiden uusiminen nostaa

ajoneuvon kokonaiskustannuksia. Kustannuksia epäsuotuisammaksi lisää sähköajoneuvojen tekniikan nopea kehitys, joka vaikuttaa ajoneuvon jälleenmyyntiarvoon. Tiivistetysti: sähköajoneuvojen kiinteät kustannukset ovat polttomootoriajoneuvoja suuremmat ja muuttuvat kustannukset päinvastoin pienemmät, mutta eivät riittävästi tuodakseen taloudellista etua.

Nykyiseen tilanteeseen voidaan vaikuttaa sallimalla ajoneuvojen myynti akkujen vuokraustoiminnalla, jolloin vakiinnutettaisiin sähköajoneuvomarkkinoita. Sekä ajoneuvon jälleenmyyntimahdollisuudet että jäljellä oleva arvo paranisivat ja hankintahetkeen sitoutuneen pääoman tarve vähenisi puolella. Kyseisen toiminnan sallimiseen ei kuitenkaan ole toistaiseksi tulossa muutosta Suomessa. Sen sijaan, sähköautojen verotukseen saattaa tulla kevennystä, jos autoverolakiin esitetyt muutokset hyväksytään, mutta vaikutukset jäisivät korkeintaan pariin tuhanteen euroon. Yrittäjät saavat Valtiolta investointitukea vuoteen 2015 asti, mutta tämä edellyttää tiettyjä ehtoja, joista yksi on ajoneuvon hankinta leasingsopimuksella. Näiden syiden vuoksi sähköajoneuvon ostamista tulisi välttää ja suosia leasingsopimusta, jolloin rajataan sijoituksesta aiheutuvia taloudellisia riskejä.

Vaikka sähköauto onkin tällä hetkellä kustannuksiltaan kalliimpi vaihtoehto, niin tosia on, että ne ovat potentiaalisia tulevaisuuden kulkuneuvoja. Kiristynvä kilpailu, ympäristönäkökulmat, ja jatkuva kustannusten nousu ovat yrityksille jo osaltaan suunnannäyttäjä säästävien energiaratkaisujen lisääntymisestä tulevilla investoinneilla. Vaihtoehtoisia energialähteitä hyödyntävät ajoneuvot sivuuttavat polttomootoriajoneuvot tulevaisuudessa. Kyse on enää vain siitä, milloin tämä muutos tapahtuu. Siirtyminen uuteen teknologiaan vaatii yrityksiltä riskinottoa. Tekniset rajoitteet hidastavat sähköajoneuvojen operatiivisia toimintamahdollisuuksia, mutta kehitystä viedään oikeaan suuntaan. Sähköautohan on jo nykyisillä latausväleillä hyvin käytännöllinen sellaisessa liiketoiminnassa, jossa päivittäinen käyttö jää 100–150 kilometriin, talvi-olosuhteissa puoleen tästä määrästä. Ne tarjoavat hyvän kilpailuasetelman markkinointiin ja erottumiseen. Valtion tasolla on huomioitu sähköautojen mahdollisuudet aloittamalla erilaisia toimenpiteitä, joilla tuetaan yrittäjiä liikenteen sähköistämisen edistämiseksi. Seuraavien vuosien aikana yrittäjien omat lähtökohdat lisäävät sähköautoilun suosiota, kun investointikustannukset laskevat sekä ajoneuvojen lataamismahdollisuudet laajenevat Etelä-Suomesta koko maan kattavaksi latausinfrastruktuuriverkostoksi.

Koska työ on suunnattu henkilöille, jotka eivät entuudestaan tiedä paljoakaan sähköautoista, tuli tekstin olla mahdollisimman helppolukuista. Tästä johtuen en nähnyt tarpeelliseksi selittää sähköautojen tekniikkaa yksityiskohtaisesti, vaan pyrin ennemminkin selittämään sähköajoneuvot yksinkertaisena kokonaisuutena. Liiallinen tekniikan kuvaus ei olisi palvellut työn tarkoitusta, eli kustannusten tutkimista. Työn parhaita puolia ovat kustannusten siirrettävyys ja niiden hyödyntäminen. Siksi työn uutuus- ja sovellusarvoa ei voi kokonaan kieltää.

Huolimatta pitkästä historiasta, sähköautot ovat vielä nyky-yhteiskunnassamme uusi ilmiö, eikä näistä ajoneuvoista ole vielä paljon kirjallista tausta-aineistoa. Opinnäytetyö oli haastava ja pitkä prosessi, johon vaadittiin erittäin paljon tiedon hankintaa. Tiedon etsintä ja työssäkäynti hidastivat opinnäytetyön valmistumista arvioitua enemmän.

Sähköautojen käsittely tulee suurella todennäköisyydellä lisääntymään liiketalouden puolella, kunhan niiden käyttö yleistyy. Hyviä tutkimuskohteita olisi sähköautojen käytöstä saatavien hyötyjen laajempi tarkastelu, esimerkiksi palvelu- tai tuotenäkökulmasta. Yrityksille sähköautojen käyttökokemuksista saatava tieto antaa kilpailuetua ja niiden käyttö voi lisätä asiakkaiden määrää, tuoden näin taloudellista etua. Sähköautot voivat myös erikoisissa tehtävissä vähentää muita investointitarpeita, kuten työmaaliikenteeseen vaadittavia ilman puhdistusjärjestelmiä huonosti ilmaa kiertävissä tiloissa ja maan alla sekä yleisesti vaikuttaa henkilöstön sairauspoissaolokustannuksiin. Sähköajoneuvojen vaikutuksia yrityksen talouteen voidaan siis tarkastella laajemminkin, kuin mitä tässä opinnäytetyössä.

On hyvä muistaa, että sähköautojen kustannuksia ei ole vielä paljon käsitelty, joten tämän tutkimuksen tulokset ovat suuntaa antavia. Työtä on mahdollista tulevaisuudessa jatkaa päivittämällä jo läpikäytyjen kustannusten muutoksia ja kehittymistä. Vitoista voidaan suorittaa jatkotutkimus neljän vuoden päästä, jolloin todelliset kustannukset ovat tiedossa ja niitä voidaan verrata tässä työssä esitettyihin arvoihin. Toinen mahdollisuus on tutkia muun autonvalmistajan sähköajoneuvoa, jota valmistetaan myös polttomootorilla varustettuna ja verrata niiden kustannuseroja Vitojen kustannuksiin. Alustavan tiedon mukaan Suomen markkinoille on tulossa samalla korirakenteella varustettu poltto- ja sähkömoottorimalli Renault Kangoo Express Z.E. vuonna 2013.

## LÄHTEET

*Ajoneuvoverolaki 30.12.2003/1281*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20031281>.

Ajovalo –sivusto [viitattu 25.6.2012]. Saatavissa: [www.ajovallo.net](http://www.ajovallo.net).

*Arvonlisäverolaki 30.12.1993/1501*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931501>.

Autoblog Green 2011. Ensimmäinen kolmipyöräinen sähköauto [viitattu 1.10.2012]. Saatavissa: <http://green.autoblog.com/2011/11/11/video-worlds-first-electric-car-recreated/>.

Automerkit 2011. Uudet latausasemat lyhentävät sähköauton latausajan alle 20 minuuttiin. *Automerkit* [verkkajulkaisu] 3.9.2011 [viitattu 6.10.2011]. Saatavissa: <http://www.automerkit.fi/uutiset/go-green/artikkelit/uudet-latausasemat-lyhentaevaet-saehkoeauton-latausajan-alle-20-minuuttiin.html>.

Auto-opas 2011. Suomalainen sähköauto [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.autoopas.com/suomalainen-sahkoauto.html>.

*Autoverolaki 29.12.1994/1482*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19941482>.

Bellis M. 2012. History of electric vehicles. The early years [viitattu 1.7.2011]. Saatavissa: <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/History-Of-Electric-Vehicles.htm>.

Boxwell, M. 2011. Electric Car History [viitattu 2.7.2011]. Saatavissa: <http://www.owningelectriccar.com/electric-car-history.html>.

Daimler 2011. Zero-emission refrigerator van: Kerstner converts the electrically driven Mercedes-Benz Vito E-CELL [viitattu 5.10.2012]. Saatavissa: <http://media.daimler.com/dcmmedia/0-921-656637-1-1443964-1-0-1-0-0-1-12639-656174-0-1-0-0-0-0-0.html?TS=1349435266605>.



Energiamarkkinavirasto 2011. Kalvoja sähkön hinnan kehityksestä [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/data.asp?articleid=2569&pgid=67>.

Fortum 2012. Ladattavat autot kiinteistöjen sisäisissä sähköverkoissa- suositus [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa:

<http://verkkojulkaisu.viivamedia.fi/fortumesfi/ladattavatautotsuositus>.

Fortum 2012. Sähköauton kotilatauspiste [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa:

<http://www.fortum.com/countries/fi/yksityisasiakkaat/energiansaasto/latauspisteet/pages/default.aspx>.

Hakkarainen, K. 2012. Sähköautot läpäisivät kaupunkiajon pakkastestin. *Helsingin Sanomat* 6.2.2012.

HE 57/2011. *Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi autoverolain muuttamisesta*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 8.10.2012]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2011/20110057>.

HE 192/2008. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi autoverolain, arvonlisäverolain ja ajoneuvolain 60 §:n muuttamisesta. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 13.9. 2011] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2008/20080192>.

Hietalahti, L. 2011. Sähkökäyttö- ja hybriditekniikka. Ajoneuvo- ja työkonetekniikka. Tampere: AMK-kustannus Oy Tammertekniikka.

Immanen, M. 2009. *Yritystalous ja kuljetustekniikka*. Helsinki: SKAL Kustannus.

IEA 2011. *Technology Roadmap. Electric and plug-in hybrid electric vehicles* [verkkojulkaisu]. International Energy Agency [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

[http://www.iea.org/papers/2011/EV\\_PHEV\\_Roadmap.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/EV_PHEV_Roadmap.pdf).

Kalliola, K.2011. Sähköauto teki ennätyksen: 1631,5 kilometriä yhdellä latauksella. *Talouselämä* [verkkojulkaisu] 11.8.2011 [viitattu 25.10.2011]. Saatavissa:

<http://www.tekniikkatalous.fi/duuniauto/sahkoauto+teki+ennatyksen+16315+kilometri+a+yhdella+latauksella/a666060>.

Kankare, M 2011. Häkämies puhalttaa henkeä sähköautoiluun. *Talouselämä* [verkkojulkaisu] 8.12.2011. [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa: <http://www.talouselama.fi/uutiset/hakamies+puhaltaa+henkea+sahkoautoiluun/a2006412>.

Kankare, M 2011. Saksa tuplaa sähkö-autotuet, Suomen veroeste pysyy. *Talouselämä* [verkkojulkaisu] 18.5.2011 [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.talouselama.fi/uutiset/saksa+tuplaa+sahkoautotuet+suomen+veroeste+pyssy/a2080222>.

Karhunen, J., Pouri R. & Santala, J. 2004. *Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Katsastushinnat -sivusto [viitattu 14.11.2011]. Saatavissa: <http://www.katsastushinnat.fi/>

Komulainen, T. 2012. Kaksi sähköpakettiautoa rekan kyydissä Kuopioon. *Savon Sanomat* 13.11.2012.

Kortelainen, K. 2012. Alumiiniauton hitsaus on käsityötä. *Tekniikka & Talous* 27.1.2012.

Kukko, J. 2009. Sinä et aja sähköautolla – Tässä syyt. *Uusi Suomi* [verkkojulkaisu] 3.4.2009. [viitattu 1.7.2011]. Saatavissa: <http://www.uusisuomi.fi/ymparisto/55803-sina-et-aja-sahkoautolla-%E2%80%93-tassa-syyt>.

LA 42/2012 vp. *Laki autoverolain 6 §:n ja ajoneuvoverolain 11 §:n muuttamisesta*. Eduskunta. Lakialoite [viitattu 14.8.2012]. Saatavissa: [http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/la\\_42\\_2012\\_p.shtml](http://www.eduskunta.fi/faktatmp/utatmp/akxtmp/la_42_2012_p.shtml).

Laine, V. 2010. Asiantuntijan väite: ”Sähköautot menettävät arvonsa viidessä vuodessa”. *Automerkit* [verkkojulkaisu] 04.07.2010 [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.automerkit.fi/uutiset/go-green/artikkelit/asiantuntijan-vaeite-saehkoeautot-menettaevaet-arvonsa-viidevsa-vuodessa.html>.

Laine, V. 2010. VW: ”sähköautojen kantama yli 800 km vuoteen 2020 mennessä”. *Automerkit* [verkkojulkaisu] 13.8.2010 [viitattu 25.10.2011]. Saatavissa: <http://www.automerkit.fi/uutiset-trendit/go-green/artikkelit/vw-saehkoeautojen-kantama-yli-800-km-vuoteen-2020-mennessae.html>.

*Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta 29.12.1994/1472*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19941472>.

*Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta 30.12.1996/1260*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961260>.

Lautsi, V. 2011. Sähkön ja dieselin pihi liitto. *Helsingin Sanomat* 24.9.2011.

Liikennevakuutuskeskus 2011. Verkkosivut [viitattu 14.9.2011]. Saatavissa: <http://www.liikennevakuutuskeskus.fi/>.

*Liikennevakuutuslaki 26.6.1959/279*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 14.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1959/19590279>.

Liikennetilastollinen vuosikirja 2011. Tilastokeskus. Helsinki: Edita.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi 2012. Ensirekisteröityjen henkilöautojen CO<sub>2</sub>-päästöt - vuosi 2011 [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: [http://www.trafi.fi/palvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/co2-paastot/vuosi\\_2011](http://www.trafi.fi/palvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/co2-paastot/vuosi_2011).

Luukko, J. 2012. Sähköautojen valtakunnallista latausverkkoa kehitetään. Yle uutiset Etelä-Karjala [verkkojulkaisu] 13.9.2012 [viitattu 26.9.2012]. Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/sahkoautojen\\_valtakunnallista\\_latausverkkoa\\_kehitetaan/6292847](http://yle.fi/uutiset/sahkoautojen_valtakunnallista_latausverkkoa_kehitetaan/6292847).

Lähivakuutus 2011. Autovakuutus Lähivakuutuksesta [viitattu 14.9.2011]. Saatavissa: <http://www.lahivakuutus.fi/FI/KOTIJAPERHE/VAKUUTUKSET/AUTOVAKUUTUKSET/Sivut/Ajoneuvot.aspx>.

Mercedes-Benz 2011. Akun latauspistoke kuskin puolella, jossa normaalisti sijaitsee polttoainetankin täyttöaukko [viitattu 18.12.2011]. Saatavissa:

[http://www.emercedesbenz.com/autos/mercedes-benz/vito/the-new-mercedes-benz-vito-e-cell-overview/attachment/mercedes-benz-vito-e-cell-788078\\_1444488\\_4000\\_2400\\_10c790-28/](http://www.emercedesbenz.com/autos/mercedes-benz/vito/the-new-mercedes-benz-vito-e-cell-overview/attachment/mercedes-benz-vito-e-cell-788078_1444488_4000_2400_10c790-28/)

Mercedes-Benz 2011. Moottori, akut ja latauspistoke [viitattu 18.12.2011]. Saatavissa:

[http://www.emercedesbenz.com/autos/mercedes-benz/vito/the-new-mercedes-benz-vito-e-cell-overview/attachment/mercedes-benz-vito-e-cell-788078\\_1444488\\_4000\\_2400\\_10c790-28/](http://www.emercedesbenz.com/autos/mercedes-benz/vito/the-new-mercedes-benz-vito-e-cell-overview/attachment/mercedes-benz-vito-e-cell-788078_1444488_4000_2400_10c790-28/)

Mercedes- Benz 2010. Sprinter ja Vito/Viano huoltovihko. Stuttgart: Daimler AG.

Mitsubishi 2012. Palvelupaketti [viitattu 11.10.2012]. Saatavissa:

<http://www.mitsubishi.fi/Mitsubishiworld.aspx?id=12801>.

Moilanen, M.2012. Kaupan päälle ekologinen. *Kauppalehti* 14.8.2012.

Moottoriajoneuvot 2011. Tilastokeskus [viitattu 10.11.2012]. Saatavissa:

[http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ylly\\_majo\\_201100\\_2011\\_7070\\_net.pdf](http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ylly_majo_201100_2011_7070_net.pdf)

Motiva 2011. *Kylmä kyyti tuottaa turhia päästöjä* [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan\\_tiedotteet/2009/kylma\\_kyyti\\_tuottaa\\_turhi\\_a\\_paastoja.2762.news](http://www.motiva.fi/ajankohtaista/motivan_tiedotteet/2009/kylma_kyyti_tuottaa_turhi_a_paastoja.2762.news).

Neilimo, K. & Uusi-Rauma, E. 2007. *Johdon laskentatoimi*. 6-8 uudistettu painos.

Helsinki: Edita Publishing Oy.

Nikula, P.2010. Sähköautojen aika alkoi [verkkajulkaisu] 8.11.2010. *Kauppalehti Auto Extra* [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.digipaper.fi/extra/54373/index.php?pgnumb=17>.

Nissan 2012. Hinta [viitattu 14.3.2012]. Saatavissa:

<http://www.nissan.fi/#vehicles/electric-vehicles/electric-leaf/leaf>

Nissan 2012. Takuu [viitattu 5.10.2012]. Saatavissa:

[http://www.nissan.fi/vehicles/electric-vehicles/electric-leaf/leaf.html?cid=ps-122\\_51739#vehicles/electric-vehicles/electric-leaf/leaf/pricing-and-specifications/warranty](http://www.nissan.fi/vehicles/electric-vehicles/electric-leaf/leaf.html?cid=ps-122_51739#vehicles/electric-vehicles/electric-leaf/leaf/pricing-and-specifications/warranty).

Nurminen, T. 2011. Hiilikuitu on kiilaamassa sähköautojen avainmateriaaliksi. *Kaupalehti* 28.10.2011.

Nylund N. 2011. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta [verkkojulkaisu]. Liikenne- ja viestintäministeriö [viitattu 25.8.2012]. Saatavissa:

[http://www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1551284&name=DLFE-11701.pdf&title=Julkaisuja%2012-2011](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1551284&name=DLFE-11701.pdf&title=Julkaisuja%2012-2011).

Näkövammaisten keskusliitto 2011. *Suomen postiautot saivat uuden merkkiään* [viitattu 1.8.2011]. Saatavissa:

<http://www.nkl.fi/fi/etusivu/ajankohtaista/tiedotteet/6694>.

Oksanen, R. 2004. *Kuljetustuotannon toimintolaskenta: Kuljetustalouden perusteista moderniin toimintolaskentaan*. Hyvinkää: Ekondata Oy.

Peltonen, K.2002. Elcat vaihtaa valmistuksen tuontiin. *Tekniikka & Talous* [verkkojulkaisu] 4.4.2002 [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

<http://www.tekniikkatalous.fi/rakennus/elcat+vaihtaa+valmistuksen+tuontiin/a30058>.

Polttoaine -sivusto [viitattu 14.11.2011]. Saatavissa: <http://polttoaine.net/>.

Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma 2011 [viitattu 15.2.2012]. Saatavissa: <http://valtioneuvosto.fi/hallitus/hallitusohjelma/pdf/fi.pdf>.

Raespuro J. 2011. *Työsuhdeautojen todelliset leasingkustannukset yritykselle* [verkkojulkaisu]. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa:

[http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37326/Raespuro\\_Jussi.pdf?sequence=1](http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37326/Raespuro_Jussi.pdf?sequence=1).

Sala, E. Viren, R & Puntanen, S. 2008. *Tulevaisuuden toimintaympäristö liikennesektorilla*. Liikenne- ja viestintäministeriö [viitattu 23.5.2008]. Saatavissa:

[http://www.lvm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=57092&name=DLFE-4074.pdf&title=Tulevaisuuden%20toimintaymp%20E4rist%20F6%20liikennesektorilla%20%28LVM45/2008%29](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=57092&name=DLFE-4074.pdf&title=Tulevaisuuden%20toimintaymp%20E4rist%20F6%20liikennesektorilla%20%28LVM45/2008%29).

Salminen, Asko 2012. Hyötyajoneuvojen kehityspäällikkö. Veho Group Oyj. Porvoo 12.4.2012 Sähköpostikysely.

Sarkkinen, S. 2006. *Ympäristövastuu työpaikalla. Säästä luontoa ja rahaa*. Helsinki: Edita Prima.

Sulzberger, C. 2004. Competing electric and gasoline vehicles [viitattu 1.7.2011].

Saatavissa: <http://www.ieee.org/organizations/pes/public/2004/sep/peshistory.html>.

Sulzberger, C. 2004. Electric vehicles in the early years of the automobile [viitattu 1.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.ieee.org/organizations/pes/public/2004/may/peshistory.html>.

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL 2009. *Ajoneuvojen kustannuslaskenta*. Helsinki: SKAL Kustannus.

Suomen Yritysausohallinta 2011. Yritys [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

<http://www.suomenyritysausohallinta.fi/yritys/>.

Sähköajoneuvot Suomessa 2009. Työryhmämietintö [verkojulkaisu 9/2010]. Työ- ja elinkeinoministeriö [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

[http://www.tem.fi/files/25826/TEM\\_9\\_2010.pdf](http://www.tem.fi/files/25826/TEM_9_2010.pdf).

Sähköautot Suomessa -selvitys 2009 [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

[http://www.tem.fi/files/24099/Sahkoajoneuvot\\_Suomessa-selvitys.pdf](http://www.tem.fi/files/24099/Sahkoajoneuvot_Suomessa-selvitys.pdf).

Sähköautot – NYT! 2011. Energiahme [viitattu 3.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.sahkoautot.fi/miksi:energiahme>.

Sähköautot – NYT! 2011. Historia [viitattu 3.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.sahkoautot.fi/wiki:historia>.

Sähköautot – NYT! 2011. Miten vakuutusyhtiöt suhtautuvat sähköautoon? [viitattu 2.8.2011]. Saatavissa: <http://www.sahkoautot.fi/faq#toc35>.

Sähköautot – NYT! 2011. Miten sähköautojen huolto on järjestetty? [viitattu 2.8.2011]. Saatavissa: <http://www.sahkoautot.fi/faq#toc20>.

Sähköinen liikenne 2012. Puhdas tusina – ensimmäiset sähköpakettiautot Suomeen [viitattu 13.11.2012]. Saatavissa: <http://sahkoinenliikenne.fi/>.

Sähköinen liikenne 2012. Energiainvestointituki [viitattu 13.11.2012]. Saatavissa: <http://sahkoinenliikenne.fi/>.

Sähköturvallisuuden edistämiskeskus STEK 2012. Sähköauton kustannukset [viitattu 5.10.2012]. Saatavissa: [http://www.sahkoturva.info/energia\\_ja\\_ymparisto/sahkokulkuneuvot/sahkoauto/fi\\_FI/sahkoauton\\_kustannukset/](http://www.sahkoturva.info/energia_ja_ymparisto/sahkokulkuneuvot/sahkoauto/fi_FI/sahkoauton_kustannukset/).

The Boston Consulting Group 2010. *Batteries for electric cars. Challenges, opportunities and outlook to 2020* [viitattu 2.8.2011]. Saatavissa: <http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>.

Tuulilasi 1995. *Käytetyn auton ostajan opas. Lehtinumero 5B/95*. Kouvola: Scanweb Oy.

Turtiainen, J. 2011. Sähköautojen läpimurto tulee kymmenen vuoden kuluttua. *Kaupalehti* 2.9.2011.

Unkuri, A. 2010. *Sähköautojen vaikutukset kaupungin sähköjakeluverkkoon* [verkkojulkaisu]. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: [http://webhotel2.tut.fi/units/set/opetus/pdf%20julkiset%20dtyot/Unkuri\\_Ari\\_julk.pdf](http://webhotel2.tut.fi/units/set/opetus/pdf%20julkiset%20dtyot/Unkuri_Ari_julk.pdf).

Vakka-Suomen Aluesanommat 2011. *Itellan postinjakeluun suomalaisia sähköautoja* [verkkojulkaisu] 13.10.2011. *Vakka-Suomen Aluesanommat* [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa: <http://www.aluesanommat.fi/uutiset.php?id=672>.

Valkoinen kirja 2011. Yhtenäistä Euroopan liikennealuetta koskeva etenemissuunnitelma – Kohti kilpailukykyistä ja resurssitehokasta liikennejärjestelmää KOM(2011) 144. Eur-Lex [viitattu 1.7.2012]. Saatavissa:

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:FI:PDF>.

*Valtioneuvoston asetus liikenteessä käytettävien ajoneuvojen liikennekelpoisuuden valvonnasta* 19.12.2002/1245. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021245>.

Valtion ympäristöhallinto 2011. Ilmastonmuutoksen hillitseminen [viitattu 1.8.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=249&lan=fi>

Valtion ympäristöhallinto 2011. Melutorjunta [viitattu 1.8.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=418&lan=fi>.

Veho 2011. Viton sähköversiolla jakeluliikenne onnistuu ilman päästöjä [viitattu 18.12.2011]. Saatavissa: <http://www.veho.fi/fi/konserni/ajankohtaista/Sivut/Viton-s%C3%A4hk%C3%B6versiolla-jakeluliikenne-onnistuu-ilman-p%C3%A4st%C3%B6j%C3%A4.aspx>.

Viitanen, J. 2011. Sähköauton hankinta on nurinkurinen vaihtoehto. *Tuulilasi* [verkkojulkaisu] 15.12.2011 [viitattu 12.1.2012]. Saatavissa: <http://www.tuulilasi.fi/artikkelit/sahkoauton-hankinta-nurinkurinen-vaihtoehto>.

Vitikka V-P. 2012. Sähköauton lataukseen valmistauduttava ennakolta. *Sähköala* 6/7 2012.

*Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86*. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 12.9.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>.

Öljyalan keskusliitto 2011. Polttoaineverotus kiristyy ja nostaa bensiinin ja dieselpolttoaineen hintoja vuodenvaihteessa [viitattu 15.2.2012]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/ajankohtaista/uutiskirjeartikkelit?page=3>.

Öljyalan keskusliitto 2012. Öljyn tuotanto ja kulutus [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-2-oljyntuotanto-ja-kulutus/21-maailman-oljyntuotanto-ja-kulutus>.



Öljyalan keskusliitto 2012. Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys [viitattu 23.5.2012].  
Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/12-oljytuotteiden-kuluttajahintojen-kehitys>.

Öljyalan keskusliitto 2012. Öljyvarojen määrä [viitattu 23.5.2012]. Saatavissa:  
<http://www.oil.fi/fi/oljyvarat/oljyvarojen-maara>.

**VITOJA KOSKEVAT KYSYMYKSET MAAHANTUOJALLE****SAVONIA**Savonia-ammattikorkeakoulu  
www.savonia.fi

Kysely

1/3

9.3.2012

Veho Group Oy Ab  
Antti Puolakkainen  
Myyntijohtaja  
PL 158/ Salomonkatu 17 B 00101 Helsinki Finland  
010-569 3687  
antti.puolakkainen@veho.fi

Hyvä, herra Puolakkainen

Opiskelen liiketaloutta Savonia-ammattikorkeakoulun Kuopion yksikössä. Olen tekemässä opinnäytetyötä, jossa tutkin sähköajoneuvojen kustannuksia yritysmaailman näkökulmasta. Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa nykyhetkistä tietoa ajoneuvojen hankintoihin liittyvissä asioissa.

Opinnäytetyön tutkivassa osassa on tavoitteena tarkastella poltto- ja sähkömoottorimallin kustannuseroja. Jotta laskelmat olisivat vertailukelpoiset, olisi ajoneuvojen oltava mahdollisimman identtiset keskenään. Siksi otan teihin yhteyttä, koska Veho on tuomassa Suomeen Mercedes- Benz Vito sähköversiota, joka vastaa lähes täydellisesti jo olemassa olevaa diesel- mallia. Muut maahantuoja eivät toistaiseksi tarjoa samaa ajoneuvomallia poltto- ja sähkömoottoriversiolla.

Toivoisin, että yrityksenne osallistuisi opinnäytetyöhön antamalla vastauksia liitteessä esitettyihin kysymyksiin. Jos jostakin syystä teillä ei henkilökohtaisesti ole mahdollisuutta asioida kanssani, niin ilmoittaisitteko minulle jonkun toisen henkilön, jonka puoleen voisin kääntyä asiassa. Olen parhaiten tavoitettavissa kello 8.00 – 17.00 välisenä aikana alla eritellyistä yhteystiedoista. Minulla olisi myös mahdollisuus tulla henkilökohtaiseen tapaamiseen Kuopion alueella, mikäli paikallinen edustaja pystyy vastaamaan kysymyksiini.

Ystävällisesti;

Kimmo Kettunen

liiketalouden opiskelija  
Savonia-ammattikorkeakoulu  
Puh. [REDACTED]  
Email: [REDACTED]

**LIITE****Kysymykset**

Savonia-ammattikorkeakoulu Liiketalous, Kuopio | Opistotien Kampus PL 88 (Opistotie 2), 70101 Kuopio | www.savonia.fi



Hei!

Opinnäytetyön teoriaosassa käsittelen yleisesti moottoriajoneuvoille aiheutuvia kustannuksia Suomessa.

Tutkivassa osassa selvitän poltto- ja sähkömoottorimallien välisten kokonaiskustannuserojen syitä tarkastelemalla lähemmin yhtä ajoneuvomallia. Käytännössä muodostan poltto- ja sähköversiolle kustannuslaskelman, johon eritellään kustannukset käyttöajalle mahdollisimman tarkasti.

Tutkimuksen haasteena on, että Mercedes- Benz Vito E-Cell ei toistaiseksi tule myyntiin, jolloin käytännössä huoltokustannuserot muodostuvat poltto- ja sähkömoottorin huoltoleasing-hinnoista. On oleellista, että tutkimuksessa arvioitaisiin huoltoleasing- sopimuksen lisäksi ajoneuvojen omistussuhteessa syntyviä kuluja, jotta saataisiin tarkempia vastauksia sekä kustannusten että ajoneuvojen huoltotoimenpiteiden eroavaisuuteen. Toivoisin teiltä tarkempia lisätietoja koskien Vito- pakettiautomalleja. Halutessanne saatte materiaalin tarkastettavaksi ennen opinnäytetyön hyväksymistä.

Olisin kiitollinen, jos Veho Group osallistuisi tutkimukseeni ja antaisi minulle perustellut vastaukset seuraaviin kysymyksiini:

**1. Saatavuus:**

- Mistä liikkeistänne E-Celliä on saatavilla ja kenelle (millä kriteereillä) vuokraatte?
- Montako kappaletta sähköversioita tänä vuonna tuodaan Suomeen?
- Onko sähköversio herättänyt yrityksissä kiinnostusta/yhteydenottoja?

**2. Vuokraus:**

- Vito E-Cellit vuokrataan 48kk/80 000 km huoltoleasing- sopimuksella. Kuinka paljon on tällöin huoltoleasing-hinta (kk)?
- Diesel- mallin huoltoleasing- hinta samoilla sopimusehdoilla? (Mainitkaa moottori)

**3. Huollot:**

- Millainen olisi omistussuhteessa olevan 2011 keskipitkämällisen normaali Viton arvioitu huoltotarve 4 vuoden aikana, yhteensä 80 000 kilometrin ajomäärällä (vaihdeettavat osat, nesteet, työtunnit ja huoltojen hinnat)?
- Kuinka sähkömallin huoltotarve poikkeaisi edellisestä?



- Vähentääkö regeneroiva jarrutusjärjestelmä perinteisten jarrujen kulumista merkittävästi? |

**4. Arvo:**

- Mikä olisi todennäköinen E-Cellin myyntihinta?
- Kuinka suureksi arvioisitte E-Cellin jälleenmyyntiarvon neljän vuoden päästä, jos auto olisi myytävänä ? (oletus, että ajoneuvolla on ajettu 80 000 km).
- Arvio E-Cellin liikennevakuutuksen suuruudeksi (vuodessa)?

**5. Lataaminen:**

- Voidaanko eVitoja ladata pikalatauksella, kuten esimerkiksi Fortumin pääkaupunkiseudulla tarjoamilla latausasemilla, joissa ajoneuvojen akut täyttyvät 5 – 20 minuutissa?
- Testattiinko vuonna 2010 Lapissa tehdyssä ajosuoritteissa E-Cellin akkujen kestoa ja ajosuoritteen laskua pakkasella?
- Käytetäänkö ohjaamon sisätilanlämmittämiseen ajoakkuja, ja paljonko lämmitys vaikuttaa ajomatkaan?

Mainitkaa, ilmoitatteko hinnat alvillisina vai alvittomina!

KIITOS!

## DIESELMALLISET VITOT - MYyntIHINNASTO

## VITO, PAKETTIAUTOT

Hinnasto 3/2012

1.9.2012

Mercedes-Benz Vito (EU5) pakettiautot 3050 kg	perä- välitys	kokonais- paino kg	kantavuus kg*	moottorin				CO <sub>2</sub> päästö g/km**	Ovh-hinta € autoveroton sis.alv 23%	Paketti- autovero (arvio) €	Kokonaishinta € sis. alv. ja autovero (arvio)
				cm <sup>2</sup>	kW	hp	Nm				
110CDI-3,05/32K normaali A1 Trend	AC6	3050	1115	2143	70	95	250	195	26 950	4 803,23	31 753,23
110CDI-3,05/32K normaali A1	AC6	3050	1115	2143	70	95	250	195	28 850	5 145,33	33 995,33
113CDI-3,05/32K normaali A1	AC1	3050	1115	2143	100	136	310	187	31 100	4 941,70	36 041,70
113CDI-3,05/32K normaali A1 A	AC7	3050	1075	2143	100	136	310	206	32 150	6 589,36	38 719,36
116CDI-3,05/32K normaali A1	AC1	3050	1115	2143	120	163	360	187	32 600	5 182,18	37 782,18
116CDI-3,05/32K normaali A1 A	AC7	3050	1075	2143	120	163	360	206	33 650	6 878,52	40 528,52
122CDI-3,05/32K normaali A1 A	AE1	3050	1035	2987	165	224	440	221	37 700	8 054,82	46 654,82
110CDI-3,05/32K keskipitkä A2 Trend	AC6	3050	1090	2143	70	95	250	195	28 150	5 019,23	33 169,23
110CDI-3,05/32K keskipitkä A2	AC6	3050	1090	2143	70	95	250	195	30 050	5 361,33	35 411,33
113CDI-3,05/32K keskipitkä A2	AC1	3050	1090	2143	100	136	310	187	32 300	5 134,01	37 434,01
113CDI-3,05/32K keskipitkä A2 A	AC7	3050	1050	2143	100	136	310	208	33 350	6 956,27	40 306,27
116CDI-3,05/32K keskipitkä A2	AC1	3050	1090	2143	120	163	360	187	33 800	5 374,49	39 174,49
116CDI-3,05/32K keskipitkä A2 A	AC7	3050	1050	2143	120	163	360	208	34 850	7 271,76	42 121,76
122CDI-3,05/32K keskipitkä A2 A	AE1	3050	1010	2987	165	224	440	221	38 900	9 241,87	48 141,87
113CDI-3,05/32K keskipitkä A2 kork.	AC1	3050	1050	2143	100	136	310	187	34 150	5 430,46	39 580,46
113CDI-3,05/32K keskipitkä A2 kork. A	AC7	3050	1010	2143	100	136	310	208	35 200	7 345,41	42 545,41
116CDI-3,05/32K keskipitkä A2 kork.	AC1	3050	1050	2143	120	163	360	187	35 650	5 670,94	41 320,94
116CDI-3,05/32K keskipitkä A2 kork. A	AC7	3050	1010	2143	120	163	360	208	36 700	7 660,68	44 360,68
110CDI-3,05/34K pitkä A3 Trend	AC6	3050	1070	2143	70	95	250	195	29 300	5 226,28	34 526,28
110CDI-3,05/34K pitkä A3	AC6	3050	1070	2143	70	95	250	195	31 200	5 568,38	36 768,38
113CDI-3,05/34K pitkä A3	AC1	3050	1070	2143	100	136	310	187	33 450	5 318,36	38 768,36
113CDI-3,05/34K pitkä A3 A	AC7	3050	1030	2143	100	136	310	208	34 500	7 198,12	41 698,12
116CDI-3,05/34K pitkä A3	AC1	3050	1070	2143	120	163	360	187	34 950	5 558,67	40 508,67
116CDI-3,05/34K pitkä A3 A	AC7	3050	1030	2143	120	163	360	208	36 000	7 513,61	43 513,61
113CDI 4x4-3,05/32K normaali A1 A Trend	AC7	3050	995	2143	100	136	310	230	33 750	8 666,55	42 416,55
113CDI 4x4-3,05/32K normaali A1 A	AC7	3050	995	2143	100	136	310	230	35 950	9 235,96	45 185,96
116CDI 4x4-3,05/32K normaali A1 A	AC7	3050	995	2143	120	163	360	230	37 450	9 624,33	47 074,33
113CDI 4x4-3,05/32K keskipitkä A2 A Trend	AC7	3050	970	2143	100	136	310	230	34 950	8 977,14	43 927,14
113CDI 4x4-3,05/32K keskipitkä A2 A	AC7	3050	970	2143	100	136	310	230	37 150	9 546,54	46 696,54
116CDI 4x4-3,05/32K keskipitkä A2 A	AC7	3050	970	2143	120	163	360	230	38 650	9 934,91	48 584,91
113CDI 4x4-3,05/34K pitkä A3 A Trend	AC7	3050	950	2143	100	136	310	230	36 100	9 274,85	45 374,85
113CDI 4x4-3,05/34K pitkä A3 A	AC7	3050	950	2143	100	136	310	230	38 300	9 844,26	48 144,26
116CDI 4x4-3,05/34K pitkä A3 A	AC7	3050	950	2143	120	163	360	230	39 800	10 232,63	50 032,63

Huom! Kantavuus rajoittaa 122CDI-mallin lisävarustesaatavuuksia. Kantavuuden oltava yli 1000kg, jotta alennettu pakettiautovero on voimassa.

Mercedes-Benz Vito (EU5) pakettiautot 3200 kg	perä- välitys	kokonais- paino kg	kantavuus kg*	moottorin				CO <sub>2</sub> päästö g/km**	Ovh-hinta € autoveroton sis.alv 23%	Paketti- autovero (arvio) €	Kokonaishinta € sis. alv. ja autovero (arvio)
				cm <sup>2</sup>	kW	hp	Nm				
110CDI-3,2/32K keskipitkä A2	AC6	3200	1240	2143	70	95	250	195	30 800	4 972,83	35 772,83
113CDI-3,2/32K keskipitkä A2	AC1	3200	1240	2143	100	136	310	187	33 050	4 711,54	37 761,54
113CDI-3,2/32K keskipitkä A2 A	AC7	3200	1200	2143	100	136	310	208	34 100	6 502,53	40 602,53
116CDI-3,2/32K keskipitkä A2	AC1	3200	1240	2143	120	163	360	187	34 550	4 927,03	39 477,03
116CDI-3,2/32K keskipitkä A2 A	AC7	3200	1200	2143	120	163	360	208	35 600	6 790,91	42 390,91
110CDI-3,2/34K pitkä A3	AC6	3200	1220	2143	70	95	250	195	31 950	5 159,99	37 109,99
113CDI-3,2/34K pitkä A3	AC1	3200	1220	2143	100	136	310	187	34 200	4 876,85	39 076,85
113CDI-3,2/34K pitkä A3 A	AC7	3200	1180	2143	100	136	310	208	35 250	6 723,59	41 973,59
116CDI-3,2/34K pitkä A3	AC1	3200	1220	2143	120	163	360	187	35 700	5 092,34	40 792,34
116CDI-3,2/34K pitkä A3 A	AC7	3200	1180	2143	120	163	360	208	36 750	7 011,77	43 761,77

\* kantavuudet ovat tyyppiedoissa ilmoitettuja tai laskennallisia kotimaisin vakiovarustein, siten ne ovat suuntaa-antavia ja riippuvat auton varusteista

\*\* CO<sub>2</sub>-päästöt on ilmoitettu tehtaan vakioerävalityksellä vakiovarusteiseen autoon, lisävarusteet saattavat muuttaa auton CO<sub>2</sub>-päästöjä ja siten myös autoveroa

Korimitat	akseliväli mm	katto	Tavaratilan		Auton ulkomitat mm **
			m <sup>3</sup>	pituus* / leveys / korkeus mm	pituus / leveys / korkeus
normaali A1	3200	norm.	5,2	2302 (2622) / 1650 / 1353	4763 / 1901 / 1902
keskipitkä A2	3200	norm.	5,7	2547 (2867) / 1650 / 1353	5008 / 1901 / 1902
keskipitkä A2 korkea	3200	korkea	7,2	2547 (2867) / 1650 / 1760	5008 / 1901 / 2329
pitkä A3	3430	norm.	6,2	2777 (3097) / 1650 / 1353	5238 / 1901 / 1900

\* Tavaratilassa etuistuinten allelaistausmahdollisuus (+320mm). Tavaratilan pituudet ilmoitettu 2-istuttavan apumiehenistuimen ja tehtaan väliseinän kanssa. 1-istuttavalla apumiehenistuimella ja ilman väliseinää tavaratilan pituus on 120 mm pitempi ja allelaistausmahdollisuus tällöin 200 mm. Ikkunapakettiauton sisäverhoitus rajoittaa tavaratilan tehollisia mittoja.

\*\* Korkeus suurin tehtaan ilmoittama kuormaamattomana, riippuu auton varusteista. Leveys korin leveys, peilejä ei huomioitu. 4x4 mallit noin 60 mm korkeampia.

## Ikkunapakettiautot: ks. lisävarusteet

Hinnat vakiovarustein vapaasti Hangossa. Oikeus muutoksiin pidätetään.

Maahantuoja Veho Group Oy Ab, Hyötyajoneuvot, PL 118, 02771 Espoo. Puh. 010 569 8100

www.mercedes-benz.fi



## VITOJEN LIIKENNEVAKUUTUSKYSELY

**SAVONIA**Savonia-ammattikorkeakoulu  
www.savonia.fiKysely  
24.7.2012

1 / 3

Hei,

Opiskelen liiketaloutta Savonia-ammattikorkeakoulun Kuopion yksikössä ja olen tekemässä opinnäytetyötä, jossa tutkin sähköajoneuvojen kustannuksia yritysmaailman näkökulmasta. Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa nykypäivän tietoa ajoneuvojen hankintoihin liittyvissä asioissa.

Opinnäytetyön tutkivassa osassa tutkitaan kahta ajoneuvoa samasta mallista, joista toinen on valmistettu dieselmootorilla ja toinen sähkömootorilla. Käytännössä muodostan poltto- ja sähköversiolle kustannuslaskelman, johon eritellään kustannukset käyttäjälle mahdollisimman tarkasti.

Toistaiseksi sähköautojen liikennevakuutuksista ei ole saatavilla paljoa tietoa, minkä vuoksi lähetänkin tämän kyselyn selvittääkseni, poikkeako sähköautojen vakuutusten hinnoittelu merkittävästi polttomootoriautoista ja mitkä tekivät vaikuttavat hintojen erilaisuuteen (esimerkiksi turvallisuus- tai ympäristönäkökulmat). Pyytäisinkin teiltä arviota siitä, paljonko opinnäytetyössä käytettyjen sähkö- ja diesel-auton pelkkä liikennevakuutuksen osuus olisi teidän yhtiönne vakuuttamana (tekniset tiedot ajoneuvoista alempana). Olettama on, että ajoneuvoilla suoritetaan Pääkaupunkiseudun alueella tavarankuljetustehtäviä, rajoittuen kaupunkialueisiin ja neljän vuoden käyttö-aikana yhden ajoneuvon kokonaissuoritteeksi muodostuu 80 000 kilometriä.

Toivoisin, että yrityksenne osallistuisi opinnäytetyöhön antamalla vastauksia esitettyihin kysymyksiin. Jos mahdollisesti tarvitsette lisätietoja, olen tavoitettavissa alla eritellyistä yhteystiedoista.

Ystävällisesti,

Kimmo Kettunen  
liiketalouden opiskelija  
Savonia-ammattikorkeakoulu  
Puh. [redacted]  
Email: [redacted]**LIITE**

Mercedes-Benz Vito ja Mercedes-Benz Vito E-Cell teknilliset ominaisuudet

## E-CELL LYHYESTI



Lähde: Mercedes-Benz

Mercedes-Benz Vito E-Cell on maailman ensimmäinen tehdasvalmisteinen sähköllä toimiva pakettiauto. E-Cell on tehty suoraan dieselmootorisella varustetusta, akseliväliltään 3200 mm keskipitkän korimallista ja erot autojen välillä ovat lähes olemattomat. E-Cell on ensisijaisesti suunniteltu kaupunkialueiden jakeluliikenteeseen, koska ajoneuvo ei tuota melua tai päästöjä. Suomessa E-Cell -malleja on saatavana keväällä 2012. Veho Group vuokraa ajoneuvoja yritysasiakkaille neljäksi vuodeksi, ja jokaisella autolla ajetaan noin 80 000 kilometriä.

Vito E-Cellin toimintamatka yhdellä latauksella on noin 130 kilometriä. Sähkömootorin huipputeho on 90kW/122hv, mutta jatkuva käyttöteho on 60 kW ja vääntö puolestaan 280 Nm. Huippunopeus on rajoitettu 80 kilometriin tunnissa, mikä takaa akkujen mahdollisimman pitkän kestoiän ja auton toimivuuden nimenomaan kaupunkiolosuhteissa. Toimintamatkan pidentämiseksi akut latautuvat lisäksi hiljennettäessä vauhtia moottorijarrituksen aikana.

Litium-ioniakun 36kWh:n kapasiteetista 90 % käytetään auton liikuttamiseen. 380/400 voltilla akun lataaminen kestää noin kuusi tuntia, mutta kotona ladattaessa 230 V virralla latausaika kaksinkertaistuu. Akkujen kestoiäksi on arvioitu enintään 10 vuotta.



Ennen sarjatuotannon aloittamista Vito E-Cell testattiin – 30 asteen arktisissa oloissa, Arjeplogissa Ruotsin Lapissa ilman ongelmia. E-Vitolle suoritettiin samat ajo- ja käsittelytestit, jotka suoritetaan normaaleille Vitoille. Erilaisissa käsittely-, mutka- ja jarrutustesteissä tutkittiin turvallisuusjärjestelmien, ajotuntuman ja jousituksen toimintaa. Lisäksi kokeissa arvioitiin jarrutusenergian talteenottoa. Turvallisuusvarustukseen kuuluu muiden Vitojen tapaan ESP-ajovakauden hallintajärjestelmä, ABS-jarrut sekä kuljettajan turvatyyny.

Lisätietoja: [www.mercedes-benz.fi](http://www.mercedes-benz.fi) [www.veho.fi](http://www.veho.fi)

### Vertailutaulukko

	M-B Vito	M-B Vito e-Cell
<b>VUOSIMALLI</b>	2012	2012
<b>Tekniset tiedot</b>		
moottori	113 cdi	-
käyttövoima	diesel	sähkö
sylinteritilavuus	2143 cm <sup>3</sup>	0
teho	70/95 kw/hp	60/82 kW/hp
vääntö	250 Nm	280 Nm
vaihteisto	automaatti	automatti
vaihteiston määrä	6	2
Vetotapa	neliveto	etuveto
<b>Kulutus ja päästöt</b>		
polttoaineen tilavuus	84 l	36 kWh
polttoaineen kulutus		
kaupunki	10,4 l/100 km	0
maantie	6,95 l/100 km	0
yhdistetty	8,25 l/100 km	0
CO <sub>2</sub> -päästöt	206 g/km	0 g/km
suurin nopeus	158 km/h	80 km/h
<b>Mitat</b>		
pituus	5008 mm	5008 mm
leveys	1906 mm	1906 mm
korkeus	1962 mm	1962 mm
omapaino	1975 kg	1910 kg
kokonaispaino	3050 kg	3050 kg
korimalli	keskipitkä	keskipitkä
ovien lukumäärä	3	3
istuinten lukumäärä	3	3



**HUOLTOKUSTANNUKSET ERITELTYNÄ TAULUKOISSA****Kiinteät huoltokustannukset (Vito)**

huoltotehtävä	vaihtoväli/km	vaihtomäärä/krt	a hinta 0%	yhteensä 0%
automaattivaihteiston öljy	30 tkm, seuraava kerta 120 tkm	1	236 €	236 €
jarruneste 1 l	joka toinen vuosi	2	46 €	92 €
hehkutulpat 4 kpl	joka kolmas öljynvaihto	1	102 €	102 €
moottoriöljy 7,5 l	15 000	5	106 €	528 €
öljynsuodatin	15 000	5	13 €	63 €
polttoainesuodatin	30 000	2	36 €	72 €
ilmansuodatin	30 000	2	20 €	39 €
sisäilmansuodatin	30 000	2	37 €	74 €
huoltotyöt		5	73 €	365 €
<b>Yhteensä</b>				<b>1 571 €</b>

**Kiinteät huoltokustannukset (E-Cell)**

huoltotehtävä	vaihtoväli/km	vaihtomäärä/krt	a hinta 0 %	yhteensä 0%
korkeajänniteakun kuivaimen vaihto	kahden vuoden välein	2	76 €	152 €
jarruneste 1 l	kahden vuoden välein	2	46 €	92 €
ilmansuodatin	25 000	3	20 €	59 €
sisäilmansuodatin	25 000	3	37 €	112 €
huoltotyöt		2	73 €	146 €
				<b>409 €</b>

**Muuttuvat huoltokustannukset (Vito ja E-Cell)**

Etujarrulevyjen ja -palojen vaihto	
etujarrulevy 2 kpl	
etujarrupala 2 kpl	338 €
Takajarrulevyjen ja -palojen vaihto	
takajarrulevy 2 kpl	
takajarrupala 2 kpl	394 €
Lasinpyyhkijän sulat 2 kpl	73 €
Hinnat sisältävät työn osuuden!	<b>805 €</b>

**Huoltokustannukset yhteensä:**

Vito	2 376 €
E-Cell	1 214 €
<b>Erotus</b>	<b>1 162 €</b>

## VITOJEN KUSTANNUSLASKELMAT LEASINGILLÄ

AUTON KULUT KÄYTTÖAJALTA LEASINGSOPIMUKSELLA (ALV 0 %)  
VUONNA 2012 - 2016

Kiinteät kustannukset	Vito		E-Cell	Erotus
Leasing-vuokra	30 052 €		84 000 € -	53 948 €
Investointituki	- €		18 900 € -	35 048 €
Liikennevakuutus	3 306 €		3 306 €	- €
Ajoneuvovero				
perusvero	857 €	149 €		
käyttövoimaveron	407 €	1 264 €	407 €	556 €
Katsastusmaksut (vuonna 3 ja 4)				708 €
kunnon tarkastus	92 €	92 €		
pakokaasumittaus	60 €	- €		
OBD-mittaus	- €	152 €	- €	92 €
<b>KIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ</b>	<b>34 774 €</b>		<b>69 054 € -</b>	<b>34 279 €</b>
<b>Muuttuvat kustannukset</b>				
Polttoaine/sähkö	7 326 €		2 304 €	5 022 €
<b>MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ</b>	<b>7 326 €</b>		<b>2 304 €</b>	<b>5 022 €</b>
<b>KOKONAISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ</b>	<b>42 100 €</b>		<b>71 358 € -</b>	<b>29 257 €</b>
<b>KUSTANNUKSET/KM</b>	<b>0,53 €</b>		<b>0,89 € -</b>	<b>0,37 €</b>
<b>KUSTANNUKSET/KK</b>	<b>877 €</b>		<b>1 487 € -</b>	<b>610 €</b>

## VITON KUSTANNUSLASKELMA OSTAMALLA

**AUTON KULUT KÄYTTÖAJALTA OMISTUSSUHTEELLA (ALV 0 %)**  
**VUONNA 2012 - 2016**

Kiinteät kustannukset		M-B Vito		E-Cell	Erotus
Hankintahinta		34 073 €		81 502 €	-47 429 €
Poistot		13 289 €		48 086 €	-34 798 €
Jäännösarvo (myynnistä saatava tulo)		20 785 €		33 416 €	-12 631 €
Liikennevakuutus		3 306 €		3 306 €	- €
Ajoneuvovero					
perusvero	857 €		149 €		
käyttövoimaveron	407 €	1 264 €	407 €	556 €	708 €
Katsastusmaksu					
kunnon tarkastus	92 €		92 €		
pakokaasumittaus	60 €		- €		
OBD-mittaus	- €	152 €	- €	92 €	60 €
KIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ		18 010 €		52 040 €	-34 030 €
Muuttuvat kustannukset					
Polttoaine /sähkö		7 326 €		2 304 €	5 022 €
Huolto		2 376 €		1 214 €	1 162 €
Renkaat					
kesärenkaat	621 €		621 €		
talvirenkaat (nastalliset)	663 €	1 284 €	663 €	1 284 €	- €
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ		10 986 €		4 802 €	6 184 €
KOKONAISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ		28 996 €		56 842 €	-27 846 €
KUSTANNUKSET/KM		0,36 €		0,71 €	- 0,35 €
KUSTANNUKSET/KK		604 €		1 184 €	- 580 €